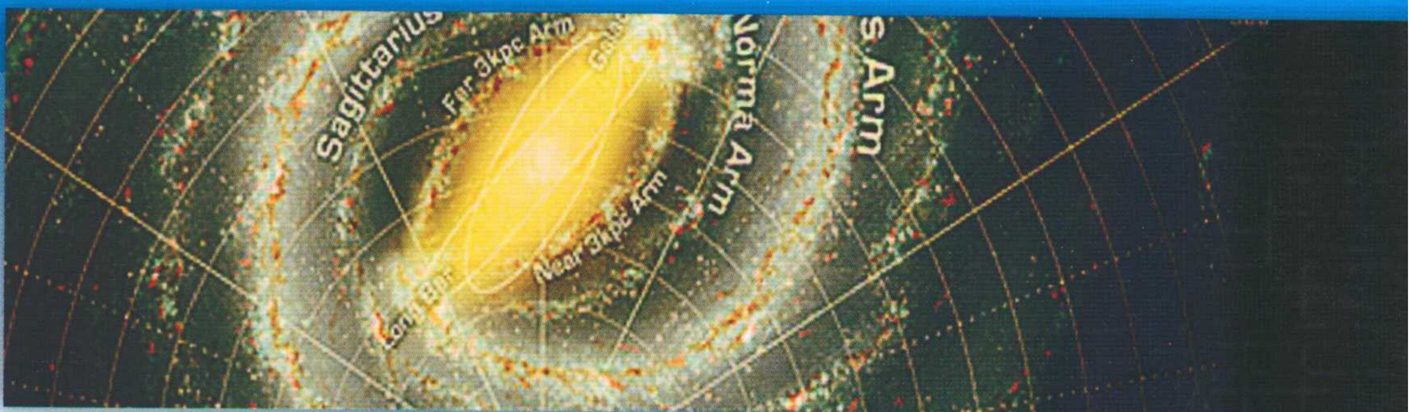
VŨ THỊ PHÁT MINH - CHÂU VĂN TẠO - NGUYỄN ĐĂNG KHOA
Khoa Vật lí - Trường Đại học Khoa học Tự nhiên Đại học Quốc gia TP. HCM

GIẢI BÀI TẬP
VẬT LÍ 12

(CHƯƠNG TRÌNH CHUẨN)

(Tái bản lần thứ hai)


Sagittarius
Far 3kpc Arm
Norma Arm
s Arm
Near 3kpc Arm

NHÀ XUẤT BẢN
ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

VŨ THỊ PHÁT MINH - CHÂU VĂN TẠO - NGUYỄN HOÀNG HƯNG
Khoa Vật lí - Trường Đại học Khoa học Tự nhiên
Đại học Quốc gia TP.HCM

GIẢI BÀI TẬP
VẬT LÍ 12

(CHƯƠNG TRÌNH CHUẨN)

(Tái bản lần thứ hai)

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

GIẢI BÀI TẬP VẬT LÍ 12 (Chương trình chuẩn)

VŨ THỊ PHÁT MINH - CHÂU VĂN TẠO - NGUYỄN ĐĂNG KHOA

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
16 Hàng Chuối – Hai Bà Trưng – Hà Nội
Điện thoại: (04) 39714896: (04) 39724770; Fax: (04) 39714899

Chịu trách nhiệm xuất bản:
Giám đốc: PHÙNG QUỐC BẢO
Tổng biên tập: PHẠM THỊ TRÂM

Chịu trách nhiệm nội dung
Biên tập: NGUYỄN THỦY
Trình bày bìa: QUỐC VIỆT

Đối tác liên kết xuất bản:

CÔNG TY SÁCH – THIẾT BỊ GIÁO DỤC ĐỨC TRÍ

In tái bản 3.000 cuốn khổ (16 x 24 cm). Số đăng ký KHXB: 345 - 2009/CXB/11 - 54/ĐHQGHN. Quyết định xuất bản số 100 LK-TN/XB Hà nội, ngày 27 tháng 04 năm 2009 của nhà xuất bản ĐHQGHN. In tại **Công Ty Cổ Phần In Khánh Hội** (27 Hoàng Diệu ,P12,Q.4), nộp lưu chiểu qúy III năm 2009

LỜI NÓI ĐẦU

Cuốn sách này được biên soạn theo chương trình **Vật lí lớp 12 - Chương trình chuẩn** của Bộ Giáo dục và Đào tạo áp dụng từ năm học 2008 – 2009.

Mục tiêu của cuốn sách này là bám sát nội dung sách giáo khoa, hướng dẫn và giải đáp các câu hỏi và bài tập được đặt ra trong sách, nhằm giúp cho các em học sinh có tài liệu tham khảo trong việc tự kiểm tra kiến thức của mình trong quá trình học.

Ngoài ra chúng tôi cũng cung cấp thêm một số bài tập luyện tập để giúp các em học sinh có thêm tư liệu trong việc luyện tập, củng cố và nâng cao kiến thức.

Cuốn sách này cũng là tài liệu để các vị phụ huynh và các thầy cô giáo tham khảo khi hướng dẫn con em và học sinh của mình trong quá trình học tập.

Chúng tôi cũng hy vọng cuốn sách này là tài liệu bổ ích giúp cho các em học sinh ôn tập trong các kì thi quan trọng cuối bậc Trung học Phổ thông.

Để độc giả tiện theo dõi, chúng tôi trình bày nội dung theo bố cục phân bố bài học của sách giáo khoa **Vật lí 12 – Chương trình chuẩn**.

Bố cục mỗi bài gồm:

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý SGK

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Mặc dù rất cố gắng, nhưng chắc chắn không tránh khỏi sai sót. Rất mong sự đóng góp ý kiến xây dựng của các em học sinh, quí vị phụ huynh và các thầy cô giáo.

CÁC TÁC GIẢ

CHƯƠNG I – DAO ĐỘNG CƠ

Bài 1 – DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. ***Dao động cơ học***

Là chuyển động qua lại của một vật trên một đoạn đường xác định quanh một vị trí cân bằng.

2. ***Dao động tuần hoàn***

Dao động tuần hoàn dao động có chu kì T. Tức là, sau mỗi khoảng thời gian T vật dao động đều trở lại vị trí cũ, với vận tốc như cũ (hay còn gọi là cùng trạng thái).

3. ***Dao động điều hòa***

a) Định nghĩa dao động điều hòa

Dao động điều hòa là dao động trong đó li độ được mô tả bằng một định luật dạng cosin (hay sin) của thời gian.

b) Phương trình dao động điều hòa

$$x = A\cos(\omega t + \varphi)$$

- x = *li độ* : độ lệch của vật khỏi VTCB (m)
- A = *Biên độ:* li độ cực đại (m)
- $\omega t + \varphi$ = *Pha dao động* : đại lượng trung gian cho phép xác định trạng thái của vật ở thời điểm t (rad)
- φ = *pha ban đầu* : đại lượng trung gian cho phép xác định trạng thái của vật ở thời điểm $t = 0$ (rad)

c) Chu kì – Tần số – Tần số góc

- ***Chu kì T:*** là khoảng *thời gian ngắn nhất* sau đó trạng thái dao động lặp lại như cũ, hay khoảng thời gian để vật thực hiện được 1 dao động (s)

$$T = \frac{t}{N}$$

- ***Tần số f :*** là *số dao động* mà vật thực hiện được trong 1 đơn vị thời gian (Hz)

$$f = \frac{1}{T} = \frac{N}{t}$$

- **Tần số góc ω** : là đại lượng trung gian cho phép xác định chu kì T, tần số f (rad/s)

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

d) Vận tốc

$$v = x' = -\omega A\sin(\omega t + \varphi)\ ;\ v_{max} = \omega A$$

Đơn vị SI : m/s

e) Gia tốc

$$a = -\omega^2 A\cos(\omega t + \varphi) = -\omega^2 x\ ;\ a_{max} = \omega^2 A$$

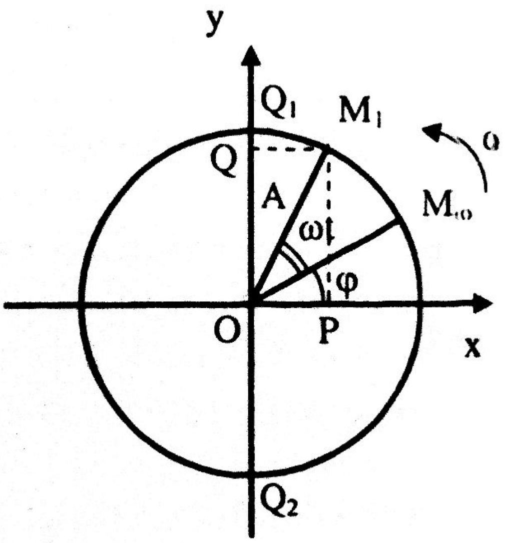
Đơn vị SI : m/s^2

f) Công thức độc lập

$$A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$$

- Ở vị trí cân bằng: $x = 0 \Rightarrow |v_{VTCB}| = v_{max} = \omega A$
- Ở vị trí biên: $x = \pm A \Rightarrow v = 0$

4. Mối liên hệ giữa dao động điều hoà với chuyển động tròn đều



Dao động điều hòa có thể xem là chuyển động của hình chiếu của một điểm chuyển động tròn đều lên một trục trùng với đường kính của đường tròn.

Gọi P là hình chiếu M xuống trục Ox : $x = \overline{OP} = A\cos(\omega t + \varphi)$

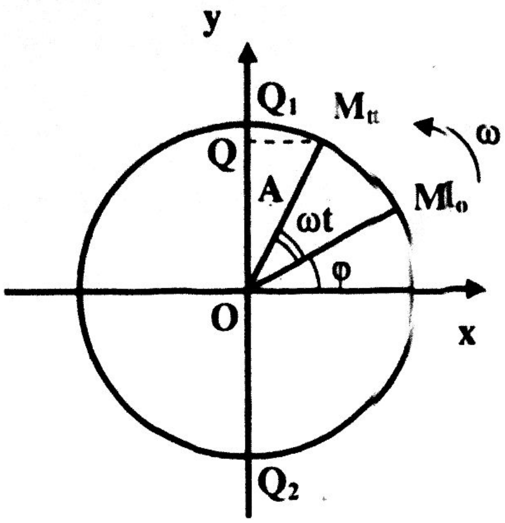
- Gia tốc hướng tâm của chất điểm M: $\vec{a}_M = -\omega\vec{r}$
- Gia tốc của điểm P là hình chiếu của véctơ gia tốc của điểm M lên trục x: $a_P = -\omega^2 x$

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Gọi Q là hình chiếu của chất điểm M lên trục y như hình 1.1. Chứng minh rằng Q dao động điều hòa.

Trả lời

Xét một chất điểm M chuyển động tròn đều trên đường tròn tâm O, bán kính A với vận tốc góc là ω.



Hình 1.1

- Tại thời điểm $t = 0$, $M \equiv M_0$, xác định bởi góc $\widehat{M_0OC} = \varphi$.
- Tại thời điểm t : $M \equiv M_t$, xác định bởi góc $\widehat{M_tOC} = \omega t + \varphi$.
- Gọi Q là hình chiếu M xuống trục Oy. Ta có :

$$y = \overline{OQ} = A\sin(\omega t + \varphi) \Rightarrow$$ Q dao động điều hòa **(ĐPCM)**

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

?

1.1. Phát biểu định nghĩa dao động điều hòa.

Trả lời

Dao động điều hòa là dao động trong đó li độ được mô tả bằng một định luật dạng cosin (hay sin) của thời gian.

1.2. Viết phương trình của dao động điều hòa. Hãy giải thích các đại lượng trong phương trình.

Trả lời

Phương trình : $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Trong đó :

- x = *li độ* : độ lệch của vật khỏi VTCB (m)
- A = *Biên độ:* li độ cực đại (m)
- ω : là đại lượng trung gian cho phép xác định chu kì T, tần số f (rad/s)
- $\omega t + \varphi$ = *Pha dao động* : đại lượng trung gian cho phép xác định trạng thái của vật ở thời điểm t (rad)
- φ = *pha ban đầu* : đại lượng trung gian cho phép xác định trạng thái của vật ở thời điểm $t = 0$ (rad)

1.3. Mối liên hệ giữa dao động điều hòa với chuyển động tròn đều thể hiện ở chỗ nào ?

Trả lời

Dao động điều hòa có thể xem là chuyển động của hình chiếu của một điểm chuyển động tròn đều lên một trục trùng với đường kính của đường tròn.

Gọi P là hình chiếu M xuống trục Ox : $x = \overline{OP} = A\cos(\omega t + \varphi)$

1.4. Nêu định nghĩa của chu kì và tần số của dao động điều hòa.

Trả lời

- ***Chu kì T:*** là khoảng *thời gian ngắn nhất* sau đó trạng thái dao động lặp lại như cũ, hay khoảng thời gian để vật thực hiện được 1 dao động (s).
- ***Tần số f :*** là số *dao động* mà vật thực hiện được trong 1 đơn vị thời gian (Hz).

1.5. Giữa chu kì, tần số và tần số góc có mối liên hệ như thế nào?

Trả lời

Tần số góc ω : là đại lượng trung gian cho phép xác định chu kì T, tần số f (rad/s)

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

1.6. Một vật dao động điều hòa theo phương trình : $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

a) Lập công thức tính vận tốc và gia tốc của vật.

b) Ở vị trí nào thì vận tốc bằng 0? Ở vị trí nào thì gia tốc bằng 0?

c) Ở vị trí nào thì vận tốc có độ lớn cực đại? Ở vị trí nào thì gia tốc có độ lớn cực đại?

Trả lời

a) Công thức tính vận tốc và gia tốc của vật.

$$v = x' = -\omega A\sin(\omega t + \varphi)\ ;\ v_{max} = \omega A$$

$$a = -\omega^2 A\cos(\omega t + \varphi) = -\omega^2 x\ ,\ a_{max} = \omega^2 A$$

b) Vị trí vận tốc bằng 0:

Ta có: $x^2 = A^2\cos^2(\omega t + \varphi)\ ;\ \frac{v^2}{\omega^2} = A^2\sin^2(\omega t + \varphi)$

$\Rightarrow$ Công thức độc lập: $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$

- $v = 0 \Rightarrow x = \pm A \Rightarrow$ vị trí biên.
- Vị trí gia tốc bằng 0: $a = -\omega^2 x = 0$ khi $x = 0 \Rightarrow$ vị trí cân bằng.

c) Từ công thức độc lập : $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$

- Ở vị trí cân bằng: $x = 0 \Rightarrow |v_{VTCB}| = v_{max} = \omega A$

  $\Rightarrow$Vị trí vận tốc có độ lớn cực đại là vị trí cân bằng.
- $a = -\omega^2 x \Rightarrow |a| = a_{max} = \omega^2 A$ khi $x = \pm A \Rightarrow$ vị trí biên.

  $\Rightarrow$ Vị trí gia tốc có độ lớn cực đại là vị trí biên.

1.7. Một chất điểm dao động điều hòa có quĩ đạo là một đoạn thẳng dài 12 cm. Biên độ dao động của vật là:

A. 12 cm B. – 12 cm C. 6 cm D. – 6 cm

Hướng dẫn giải

$$A = \frac{MN}{2} = \frac{12}{2} = 6 \text{ cm}$$

Đáp án: C

1.8. Một vật chuyển động tròn đều với vận tốc góc là π rad/s. Hình chiếu của vật trên một đường kính dao động điều hòa với tần số góc, chu kì và tần số bằng bao nhiêu?

A. π rad/s; 2 s; 0,5 Hz. B. 2π rad/s; 2 s; 0,5 Hz.

C. 2π rad/s; 1 s; 1 Hz. D. $\frac{\pi}{2}$ rad/s; 4 s; 0,25 Hz

Hướng dẫn giải

Tần số góc của dao động điều hòa bằng vận tốc góc của chuyển động tròn đều là: $\omega = \pi$ rad/s.

Chu kì dao động của vật là: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2$ s

Tần số dao động của vật là: $f = \frac{1}{T} = 0,5$ Hz

Đáp án: A

1.9. Cho phương trình của dao động điều hòa $x = -5\cos(4\pi t)$ (cm). Biên độ và pha ban đầu của dao động là bao nhiêu?

A. 5 cm; 0 rad
B. 5 cm; 4π rad
C. 5 cm; $4\pi t$ rad
D. 5 cm; π rad

Hướng dẫn giải

$$x = -5\cos(4\pi t) = 5\cos(4\pi t + \pi) \text{ (cm)}$$

Biên độ và pha ban đầu của dao động là: A = 5 cm; $\varphi = \pi$ rad

Đáp án: D

1.10. Phương trình của dao động điều hòa là: $x = 2\cos(5t - \frac{\pi}{6})$ (cm). Hãy cho biết biên độ, pha ban đầu và pha ở thời điểm t của dao động.

Hướng dẫn giải

Biên độ: A = 2 cm; pha ban đầu: $\varphi = -\frac{\pi}{6}$ rad và pha ở thời điểm t của dao động là $(5t - \frac{\pi}{6})$ rad.

1.11. Một vật dao động điều hòa phải mất 0,25 s để đi từ điểm có vận tốc bằng không tới điểm tiếp theo cũng như vậy. Khoảng cách giữa hai điểm là 36 cm. Tính:

a) Chu kì
b) Tần số
c) Biên độ

Hướng dẫn giải

Theo đề: t = 0,25 s; MN = 36 cm

Khi vật đi từ điểm có vận tốc bằng không tới điểm tiếp theo cũng như vậy, tức là vật đi từ biên này tới biên kia của quĩ đạo. Thời gian vật đi trên đoạn đường đó là ½ chu kì và quãng đường đó bằng 2A. Do đó:

a) Khi vật đi từ điểm có vận tốc bằng không tới điểm tiếp theo cũng như vậy tức là đi từ biên này tới biên kia của quĩ đạo chuyển động. Trên đoạn đường đó vật đi mất thời gian là $t = \frac{T}{2}$.

Chu kì dao động của vật là: T = 2t = 0,5 s

b) Tần số dao động của vật là: $f = \frac{1}{T} = 2$ Hz

c) Biên độ dao động của vật là: $A = \frac{MN}{2} = \frac{36}{2} = 18$ cm

Đáp số: a) T = 0,5 s; b) f = 2 Hz; c) A = 18 cm

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

1.12. Chọn câu trả lời đúng

Trong phương trình dao động điều hòa: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$.

A. Biên độ A, tần số góc ω, pha ban đầu φ là các hằng số dương.

B. Biên độ A là hằng số dương, còn tần số góc ω, pha ban đầu φ là các hằng số có thể dương hay âm.

C. Biên độ A, tần số góc ω, pha ban đầu φ là các hằng số phụ thuộc cách chọn gốc thời gian t = 0.

D. Biên độ A, tần số góc ω là các hằng số dương, pha ban đầu φ là hằng số phụ thuộc cách chọn gốc thời gian t = 0.

1.13. Chọn câu trả lời đúng

Hình chiếu của một chất điểm M chuyển động tròn đều trên đường tròn tâm O, bán kính R, với vận tốc góc ω, lên một đường kính của đường tròn là một dao động điều hòa có dạng: $x = 10\cos 20t$ (cm)

Vận tốc dài của chất điểm M là:

A. 0,5 m/s　　B. 1 m/s

C. 2 m/s　　D. Một kết quả khác.

1.14. Chọn câu trả lời đúng

Trong dao động điều hòa, vận tốc tức thời của vật biến đổi:

A. sớm pha hơn gia tốc là $\frac{\pi}{4}$.　　B. lệch pha so với gia tốc là $\frac{\pi}{2}$.

C. ngược pha so với gia tốc.　　D. cùng pha so với gia tốc.

1.15. Một vật dao động điều hòa trên một đường nằm ngang. Khi t = 0 vật có vận tốc $40\sqrt{3}$ cm/s hướng theo chiều dương quĩ đạo và đến lúc vận tốc bằng không lần thứ nhất nó đi được quãng đường 7,5 cm. Biết rằng quãng đường vật đi được trong hai chu kì dao động liên tiếp là 40 cm. Viết phương trình dao động điều hòa.

1.16. Một chất điểm dao động điều hòa trên một đường thẳng quanh vị trí cân bằng O với chu kì T = 0,314 s. Biết rằng khi t = 0 vật ở li độ x = – 6 cm với vận tốc bằng không.

a) Viết phương trình dao động. Tính giá trị vận tốc cực đại.

b) Tính vận tốc và gia tốc của chất điểm ở thời điểm $t = t = \frac{\pi}{15}$ s và chiều chuyển động của nó.

c) Tính vận tốc khi x = 3 cm.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

1.12. *D*

Trong phương trình dao động điều hòa: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$. Biên độ A, tần số góc ω là các hằng số dương, pha ban đầu φ là hằng số phụ thuộc cách chọn gốc thời gian $t = 0$.

1.13. *C*

Vận tốc dài của chất điểm M là: $v = R\omega$

Trong đó: $R = A = 10$ cm; $\omega = 20$ rad/s $\Rightarrow v = 2$ m/s

1.14. *B*

Ta có: $x = A\cos(\omega t+\varphi) \Rightarrow v = x' = -\omega A\sin(\omega t + \varphi) = \omega A\cos(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2})$

$$a = v' = x'' = -\omega^2 x = -\omega^2 A\cos(\omega t + \varphi) = \omega^2 A\cos(\omega t + \varphi + \pi)$$

Do đó: Vận tốc v lệch pha so với gia tốc a là $\frac{\pi}{2}$.

1.15. Phương trình dao động điều hòa của vật: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Quãng đường vật đi được trong hai chu kì dao động liên tiếp là:

$$S = 2 \,.\, 4A = 8A = 40 \text{ cm} \Rightarrow A = \frac{40}{8} = 5 \text{ cm}$$

Theo đề bài ta có:

Khi $t = 0$: $x = A - 7,5 = 5 - 7,5 = -2,5$ cm ; $v = 40\sqrt{3}$ cm/s

Thế vào phương trình dao động, ta có:

$$-2,5 = 5\cos\varphi \Rightarrow \cos\varphi = -\frac{1}{2}$$

$$v = -\omega A\sin\varphi > 0 \Rightarrow \sin\varphi < 0 \Rightarrow \varphi = -\frac{5\pi}{6}$$

Từ công thức độc lập: $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$

$$\Rightarrow \omega = \frac{|v|}{\sqrt{A^2 - x^2}} = \frac{40\sqrt{3}}{\sqrt{5^2 - 2,5^2}} = 16 \text{ rad/s}$$

Phương trình dao động điều hòa: $x = 5\cos(16t - \frac{5\pi}{6})$ (cm)

Đáp số: $x = 5\sin(16t - \frac{\pi}{6})$ ***(cm)***

1.16.

a) Phương trình dao động điều hòa:

$$x = A\cos(\omega t + \varphi)$$

Khi $t = 0$: $x = -6$ cm, $v = 0 \Rightarrow A = |x| = |-6| = 6$ cm

$$-6 = 6\cos\varphi \Rightarrow \cos\varphi = -1 \Rightarrow \varphi = \pi \text{ rad}$$

Chu kì: $T = 0{,}314s = \frac{\pi}{10} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 20$ rad/s

$$\Rightarrow x = 6\cos(20t + \pi) \text{ (cm)}$$

$$v_{max} = \omega A = 20 \,.\, 6 = 120 \text{ cm/s} = 1{,}2 \text{ m/s}$$

b) Biểu thức vận tốc: $v = x' = -120\sin(20t + \pi)$ (cm/s)

Khi $t = \frac{\pi}{15}$ s: $v = -120\sin\left(20 \,.\, \frac{\pi}{15} + \pi\right) = -120\sin\frac{\pi}{3} = -60\sqrt{3}$ cm/s

$v < 0 \Rightarrow$ Chuyển động theo chiều âm quĩ đạo.

Biểu thức gia tốc:

$$a = v' = -2400\cos(20t + \pi) \text{ (cm/s}^2)$$

$$= -24\cos(20t + \pi) \text{ (m/s}^2)$$

Khi $t = \frac{\pi}{15}$ s: $a = -24\cos\left(20 \,.\, \frac{\pi}{15} + \pi\right) = -24\cos\frac{\pi}{3} = -12$ m/s^2

c) Khi x = 3 cm:

Từ công thức độc lập, ta có: $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$

$$\Rightarrow v = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2} = \pm 20\sqrt{6^2 - 3^2} \Rightarrow v = \pm 60\sqrt{3} \text{ cm/s.}$$

Đáp số: a. ***$x = 6\cos(20t + \pi)$ (cm); $v_{max} = 1{,}2$ m/s***

b. $v = -60\sqrt{3}$ cm/s, chuyển động theo chiều âm, $a = -12$ m/s^2

c. $v = \pm 60\sqrt{3}$ cm/s

Bài 2 – CON LẮC LÒ XO

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Cấu tạo

Con lắc lò xo gồm:

- Lò xo có chiều dài tự nhiên l_0, độ cứng k, khối lượng không đáng kể.
- Vật nặng khối lượng m, kích thước không đáng kể.
- Một đầu của lò xo gắn vào một điểm cố định, đầu còn lại gắn với vật nặng.

2. Độ biến dạng của lò xo lúc vật ở vị trí cân bằng

$$\Delta l = l_{cb} - l_0$$

3. Ba loại con lắc lò xo chủ yếu

- *Con lắc lò xo nằm ngang:* $\Delta l = 0$
- *Con lắc lò xo thẳng đứng:* $k|\Delta l| = mg$
- *Con lắc lò xo nằm trên mặt phẳng nghiêng một góc α so với mặt phẳng ngang:* $k|\Delta l| = mg\sin\alpha$

4. Khảo sát về mặt động lực học

Lực tác dụng F gây ra dao động điều hòa có dạng lực hồi phục, luôn hướng về vị trí cân bằng và tỉ lệ với li độ $\vec{x}$

$$\vec{F} = -k\vec{x} \quad \text{hay} \quad F = k|x|$$

Tại vị trí cân bằng: $\vec{F} = 0$

Lực tác dụng cực đại: $F_{max} = kA = m\omega^2 A$

Đơn vị SI: N (Niutơn)

Theo định luật II của Niutơn : F = ma.

Suy ra : $a = x'' = -\frac{k}{m}x$

Đặt : $\omega^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow x'' = -\omega^2 x$

Đây là phương trình vi phân bậc hai có nghiệm:

$$x = A\cos(\omega t + \varphi)$$

⇒ Chuyển động của con lắc lò xo là dao động điều hòa.

- **Chú ý:** điều kiện để con lắc lò xo dao động điều hòa

  + Lò xo phải thỏa điều kiện giới hạn đàn hồi, tức là lực đàn hồi của lò xo phải tuân theo định luật Hooke (Húc)

$$\vec{F}_{dhx} = -k(\Delta\vec{l} + \vec{x}) \Rightarrow F_{dhx} = k|\Delta l + x|$$

  + Lực ma sát $F_{ms} = 0$.

5. Khảo sát về mặt năng lượng

Cơ năng = Động năng + Thế năng

- ***Động năng***

$$E_d = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2\sin^2(\omega t + \varphi) = \frac{1}{2}kA^2\sin^2(\omega t + \varphi)$$

- ***Thế năng***

$$E_t = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2\cos^2(\omega t + \varphi)$$

- ***Định luật bảo toàn Cơ năng***

$$E = E_d + E_t = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 = E_{dmax} = E_{tmax} = \text{const}$$

Đơn vị SI: J (Jun)

Vậy trong quá trình dao động điều hòa luôn có sự biến đổi qua lại giữa động năng và thế năng, nếu động năng tăng thì thế năng giảm và ngược lại, nhưng cơ năng luôn được bảo toàn và tỉ lệ với bình phương biên độ dao động

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý SGK

C1. Chứng minh rằng $\sqrt{\frac{m}{k}}$ có đơn vị là giây.

Trả lời

Trong dao điều hòa của con lắc lò xo, lực tác dụng gây ra dao động có biểu thức:

$$\vec{F} = -k\vec{x} \text{ hay } F = -kx$$

Theo định luật II của Niutơn : $\vec{F} = m\vec{a}$ hay $F = ma$.

Suy ra:

$$a = x'' = -\frac{k}{m}x \Rightarrow \sqrt{\frac{m}{k}} = \sqrt{\left|\frac{x}{a}\right|}$$

Về mặt thứ nguyên: đơn vị của $\sqrt{\frac{m}{k}} = \sqrt{\frac{\text{đơn vị của li độ}}{\text{đơn vị của gia tốc}}}$

Trong hệ đơn vị SI, đơn vị của: a là m/s^2; x là m, suy ra đơn vị của

$$\sqrt{\frac{m}{k}} \text{ là } \sqrt{\frac{m}{\frac{m}{s^2}}} = s \text{ (ĐPCM)}$$

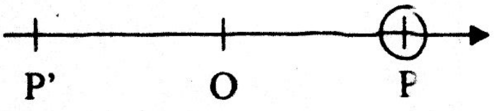
C2. Hãy cho biết một cách định tính, thế năng và động năng của con lắc thay đổi thế nào khi nó đi từ vị trí biên về vị trí cân bằng và từ vị trí cân bằng đến vị trí biên.

Trả lời

+ Xét dao động điều hòa của con lắc lò xo như hình 2.1, kéo viên bi từ O đến P. Công của lực kéo đã truyền cho con lắc năng lượng dưới dạng thế năng đàn hồi E_t.

+ Tại P : $W_t = W_{tmax}$; $W_đ = 0$.

+ Thả viên bi. Lực đàn hồi kéo viên bi chuyển động nhanh dần về O: W_t giảm ; $W_đ$ tăng.



Hình 2.1

⇒ khi vật nặng đi từ vị trí biên về vị trí cân bằng: thế năng giảm động năng tăng

+ Đến O : $W_t = 0$; $W_đ = W_{đmax}$. Do quán tính viên bi tiếp tục chuyển động từ O về P'. Lò xo bị nén, lực đàn hồi làm viên bi chuyển động chậm dần W_t tăng, $W_đ$ giảm.

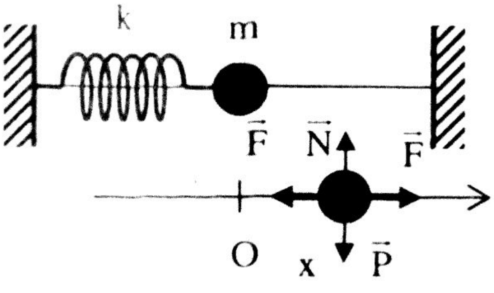
⇒ khi đi từ vị trí cân bằng đến vị trí biên thế năng tăng, động năng giảm.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN SGK

?

2.1. Khảo sát dao động của con lắc lò xo nằm ngang. Tìm công thức của lực kéo về.

Trả lời



Hình 2.2

Xét một con lắc lò xo nằm ngang. Chọn trục tọa độ như hình 2.2:

Khi hòn bi ở vị trí có li độ x bất kì, các lực tác dụng vào hòn bi gồm:

- Trọng lực $\vec{P}$ của hòn bi.
- Phản lực $\vec{N}$ của thanh ngang.
- Lực đàn hồi $\vec{F}$.

Trong đó trọng lực $\vec{P}$ của hòn bi và phản lực $\vec{N}$ của thanh ngang cân bằng nhau, chỉ còn lực đàn hồi $\vec{F}$ tác dụng lên vật. Lực này tỉ lệ với x nên có biểu thức:

$$\vec{F} = -k\vec{x} \text{ hay } F = -kx$$

Dấu trừ chỉ lực $\vec{F}$ tác dụng ngược chiều với x.

Theo định luật II của Niutơn : $\vec{F} = m\vec{a}$ hay F = ma. Suy ra:

$$a = x'' = -\frac{k}{m}x$$

Đặt : $\omega^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow x'' = -\omega^2 x$

Nghiệm của phương trình có dạng : x = Acos (ωt +φ). Với A , ω và φ là các hằng số.

Vậy : con lắc lò xo dao động điều hòa, với tần số góc $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

2.2. Nêu công thức tính chu kì của con lắc lò xo.

Trả lời

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

2.3. Viết công thức của động năng, thế năng và cơ năng của con lắc lò xo. Khi con lắc lò xo dao động thì động năng và thế năng của con lắc biến đổi qua lại như thế nào ?

Trả lời

- *Động năng*

$$E_đ = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2\sin^2(\omega t + \varphi) = \frac{1}{2}kA^2\sin^2(\omega t + \varphi)$$

- *Thế năng*

$$E_t = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2\cos^2(\omega t + \varphi)$$

- *Cơ năng*

$$E = E_đ + E_t = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 = E_{đmax} = E_{tmax} = \text{const}$$

Khi con lắc lò xo dao động điều hòa luôn có sự biến đổi qua lại giữa động năng và thế năng. Nếu động năng tăng thì thế năng giảm và ngược lại, nhưng cơ năng luôn được bảo toàn và tỉ lệ với bình phương biên độ dao động.

▼

2.4. Chọn đáp án đúng.

Công thức tính chu kì dao động của con lắc lò xo là:

A. $T = 2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$ B. $T = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$

C. $T = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{m}{k}}$ D. $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

Hướng dẫn giải

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

Đáp án: D

2.5. Một con lắc lò xo dao động điều hòa. Lò xo có độ cứng k = 40 N/m. Khi vật m của con lắc đi qua vị trí có li độ x = – 2 cm thì thế năng của con lắc là:

A. – 0,016 J B. – 0,008 J C. 0,016 J D. 0,008 J

Hướng dẫn giải

Khi vật m của con lắc đi qua vị trí có li độ x = – 2 cm thì thế năng của con lắc là: $E_t = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}.40.(-0,02)^2 = 0,008$ J

Đáp án: D

2.6. Một con lắc lò xo có khối lượng m = 0,4 kg và có độ cứng k = 80 N/m. Con lắc dao động điều hòa với biên độ bằng 0,1 m. Hỏi tốc độ của con lắc khi qua vị trí cân bằng?

A. 0 m/s B. 1,4 m/s C. 2,0 m/s D. 3,4 m/s

Hướng dẫn giải

Tốc độ của con lắc khi qua vị trí cân bằng là:

$$v_{CB} = v_{max} = \omega A$$

Trong đó: A = 0,1 m và:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{80}{0,4}} = 10\sqrt{2} \text{ rad/s}$$

$$\Rightarrow v_{CB} = v_{max} = \omega A = 10\sqrt{2} \,.\, 0,1 = \sqrt{2} \text{ m/s} \approx 1,4 \text{ m/s}$$

Đáp án: B

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

2.7. Chọn câu trả lời đúng

Chu kì của con lắc lò xo có độ cứng k và vật nặng khối lượng m nằm trên mặt phẳng nghiêng một góc α so với mặt phẳng ngang, có độ biến dạng của lò xo khi vật qua vị trí cân bằng là Δl được tính bởi công thức:

A. $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{|\Delta l|}{g\sin\alpha}}$ B. $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{|\Delta l|}{g}}$

C. $T = \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{|\Delta l|}{g\sin\alpha}}$ D. $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{k}{m}}$

2.8. Chọn câu trả lời đúng

Một vật có khối lượng m = 160 g treo vào một lò xo thẳng đứng thì chu kì dao động điều hòa là 2 s. Treo thêm vào lò xo vật khối lượng m' = 120 g thì chu kì dao động của hệ bằng:

A. 2 s B. $\sqrt{7}$ s C. 2,5 s D. 5 s

2.9. Một lò xo có khối lượng không đáng kể, đầu trên treo vào một điểm cố định, đầu dưới gắn một hòn bi. Cho hòn bi dao động điều hòa theo phương thẳng đứng với tần số f = 2,5 Hz. Trong quá trình dao động chiều dài của lò xo biến thiên từ $l_1 = 20$ cm đến $l_2 = 30$ cm. Lấy $g = \pi^2 = 10\ \text{m/s}^2$. Chiều dài tự nhiên l_0 của lò xo khi không treo vật là:

A. 26 cm B. 24 cm C. 21 cm D. 20 cm

2.10. Chọn câu trả lời đúng

Một con lắc lò xo treo thẳng đứng gồm vật nặng khối lượng m = 500 g và lò xo có độ cứng k = 100 N/m đang dao động điều hòa với phương trình:

$$x = 8\cos(\omega t + \frac{5\pi}{6})\ (\text{cm})$$

Lực đàn hồi cực đại và cực tiểu của lò xo trong trong quá trình dao động có giá trị:

A. $F_{max} = 13$ N; $F_{min} = 3$ N B. $F_{max} = 5$ N; $F_{min} = 0$

C. $F_{max} = 13$ N; $F_{min} = 0$ D. $F_{max} = 3$ N; $F_{min} = 0$

2.11. Chọn câu trả lời đúng

Hai lò xo giống nhau có cùng chiều dài tự nhiên l_0 bằng 25 cm, độ cứng k bằng 100 N/m được mắc với vật nặng khối lượng m = 125 g như hình 2.3. Cho vật dao động điều hòa với vận tốc khi qua vị trí cân bằng là 1 m/s. Cho $g = \pi^2 = 10\ \text{m/s}^2$. Chiều dài nhỏ nhất của lò xo trong quá trình dao động là:

A. 22,5 cm B. 30 cm

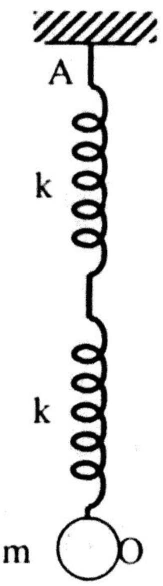
C. 47,5 cm D. 52,5 cm

2.12. Chọn câu trả lời đúng

Một con lắc lò xo có khối lượng vật nặng m = 1 kg dao động điều hòa theo phương ngang với vận tốc cực đại là $0{,}8\sqrt{2}$ m/s. Khi vật qua vị trí $x_0 = 4\sqrt{2}$ cm thì động năng bằng thế năng của nó. Biên độ dao động là:

A. 4 cm B. $4\sqrt{2}$ cm

C. 8 cm D. $8\sqrt{2}$ cm



Hình 2.3

ĐẠI HỌC QUỐC GIA
TRUNG TÂM THÔNG TIN THƯ VIỆN
1C/ 9848

2.13. Một con lắc lò xo treo thẳng đứng gồm vật nặng khối lượng m = 200 g và lò xo có độ cứng k = 1 N/cm. Từ vị trí cân bằng kéo vật tới vị trí lò xo bị giãn 5 cm rồi truyền cho vật vận tốc đầu $20\sqrt{5}\pi$ cm/s. Lấy $\pi^2 = 10$.

a) Tính vận tốc cực đại.

b) Viết phương trình dao động điều hòa. Chọn t = 0 là lúc vật qua vị trí li độ x = 3,5 cm theo chiều âm quĩ đạo.

c) Tính lực đàn hồi cực đại và cực tiểu trong quá trình dao động.

2.14. Một con lắc là xo có khối lượng vật nặng m = 1 kg, dao động điều hòa với phương trình: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ có cơ năng E = 0,125 J. Tại thời điểm ban đầu vật có vận tốc v = 0,25 m/s và gia tốc $a = -6{,}25\sqrt{3}$ m/s².

a) Tính A, ω, φ và độ cứng k của lò xo.

b) Tính động năng và thế năng của con lắc ở thời điểm t = 7,25T, với T là chu kì dao động của con lắc.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

2.7. *A*

Chu kì của con lắc lò xo có độ cứng k và vật nặng khối lượng m nằm trên mặt phẳng nghiêng một góc α so với mặt phẳng ngang, có độ biến dạng của lò xo khi vật qua vị trí cân bằng là Δl được tính bởi công thức:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{|\Delta l|}{g\sin\alpha}}$$

2.8. *B*

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad ; \quad T' = \sqrt{\frac{m+m'}{k}}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{m+m'}{m}} = \frac{\sqrt{7}}{2} \Rightarrow T' = \sqrt{7}\ \text{s}$$

2.9. *C*

$$l_2 = l_{max} = l_0 + \Delta l + A \Rightarrow l_0 = l_2 - \Delta l - A$$

$$\omega = 2\pi f = 5\pi\ \text{rad/s}$$

$$A = \frac{l_{max} - l_{min}}{2} = \frac{30-20}{2} = 5\ \text{cm}$$

Đây là con lắc lò xo thẳng đứng, nên:

$$\Delta l = \frac{mg}{k} = \frac{g}{\omega^2} = \frac{\pi^2}{(5\pi)^2} = 0{,}04\ \text{m} = 4\ \text{cm}$$

$$\Rightarrow \quad l_0 = 30 - 4 - 5 = 21\ \text{cm}$$

2.10. *C*

Đây là con lắc lò xo thẳng đứng, nên:

$$\Delta l = \frac{mg}{k} = \frac{0{,}5.10}{100} = 5.10^{-2}\ \text{m} = 5\ \text{cm}$$

$$F_{dh\,max} = k\left(|\Delta l| + A\right) = 100.(5+8).10^{-2} = 13\ N$$

Vì $A > |\Delta l|$ nên : $F_{dh\,min} = 0$

2.11. C

Trường hợp hình 2.3: hai lò xo k mắc nối tiếp.

$$k_{nt} = \frac{k}{2} = 50\ N/m \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k_{nt}}{m}} = 20\ rad/s;\ A = \frac{v_{max}}{\omega} = 5\ cm$$

Con lắc lò xo thẳng đứng nên: $k_{nt}.\Delta l = mg \Rightarrow \Delta l = \frac{mg}{k_{nt}} = \frac{g}{\omega^2} = 2,5\ cm$

$$l_{min} = 2l_o + \Delta l - A = 2\ .\ 25 + 2,5 - 5 = 47,5\ cm$$

2.12. C

Theo định luật bảo toàn cơ năng:

$$E = E_d + E_t = E_{dmax} = \frac{mv^2_{max}}{2} = 0,64\ J = 640\ mJ$$

Mà: $E_{dO} = E_{tO} \Rightarrow E = 2E_t$

$$\Rightarrow \frac{kA^2}{2} = 2\frac{kx^2}{2} \Rightarrow A = |x_0|\sqrt{2} = 8\ cm$$

2.13.

a) Ta có: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{100}{0,2}} = 10\sqrt{5}\ rad/s$

Đây là con lắc lò xo thẳng đứng, nên:

$$\Delta l = \frac{mg}{k} = \frac{0,2.10}{100} = 2.10^{-2}\ m = 2\ cm$$

$\Rightarrow$ Ở vị trí cân bằng lò xo giãn 2 cm $\Rightarrow$ vị trí lò xo giãn 5 cm li độ x bằng:

$$x = 5 - 2 = 3\ cm,\ v = 20\sqrt{5}\pi\ cm/s$$

$$\Rightarrow A = \sqrt{x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2} = \sqrt{3^2 + \left(\frac{20\sqrt{5}\pi}{10\sqrt{5}}\right)^2} = 7\ cm$$

$$\Rightarrow v_{max} = \omega A = 10\sqrt{5}\ .\ 7 = 70\sqrt{5}\ cm/s$$

b) Phương trình dao động điều hòa: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Khi $t = 0$: $x = 3,5$ cm, $v < 0$:

$$3,5 = 7\cos\varphi \Rightarrow \cos\varphi = \frac{1}{2};\ v < 0 \Rightarrow \sin\varphi > 0 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{3}$$

$$\Rightarrow x = 7\cos\left(10\sqrt{5}t + \frac{\pi}{3}\right)(cm)$$

c) $F_{dh\,max} = k\left(|\Delta l| + A\right) = 100.(2+7).10^{-2} = 9\ N$

Vì $A > |\Delta l|$ nên : $F_{dh\,min} = 0$

***Đáp số:* a) $v_{max} = 70\sqrt{5}$ cm/s; b) $x = 7\cos\left(10\sqrt{5}t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm); c) 9N ; 0N**

2.14.

a) Ta có: $E = \dfrac{mv_{max}^2}{2} \Rightarrow v_{max} = \omega A = 0,5$ m/s

$$v = x' = -\omega A\sin(\omega t + \varphi) = -0,5\sin(\omega t + \varphi) \text{ (m/s)}$$

$$a = v' = -\omega^2 A\cos(\omega t + \varphi) \text{ (m/s}^2)$$

Khi t = 0: $v = 0,25$ m/s; $a = -6,25\sqrt{3}$ m/s$^2 < 0$

$$v = -0,5\sin\varphi = 0,25 \Rightarrow \sin\varphi = -\frac{1}{2}$$

$$a = -\omega^2 A\cos\varphi < 0 \Rightarrow \cos\varphi > 0 \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{6}$$

$$\frac{v}{a} = \frac{1}{\omega}\text{tg}\varphi \Rightarrow \omega = 25 \text{ rad/s} \Rightarrow A = \frac{v_{max}}{\omega} = 2 \text{ cm}$$

Và: $k = m\omega^2 = 625$ N/m

b) Cơ năng: $E = \dfrac{kA^2}{2} = 125$ mJ

Động năng: $E_đ = E\sin^2(\dfrac{2\pi}{T}t - \dfrac{\pi}{6})$

Khi t = 7,25T: $E_đ = \dfrac{3}{4}E = 93,75$ mJ

Thế năng: $E_t = E - E_đ = 31,25$ mJ

Đáp số: a) A = 2 cm; ω = 25 rad/s; φ = $-\dfrac{\pi}{6}$ rad/s; k = 625 Nm

b) $E_đ$ = 93,75 mJ; E_t = 31,25 mJ

Bài 3 – CON LẮC ĐƠN

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Phương trình dao động điều hòa

Khi biên độ góc $\alpha_0 \le 10^0$

$$s = s_0\cos(\omega t + \varphi) \text{ (m; cm)}$$

$$\alpha = \alpha_0\cos(\omega t + \varphi) \text{ (rad)}$$

Trong đó:

$s = l\alpha$; $s_0 = l\alpha_0$

s = li độ ; s_0 = biên độ

α = li độ góc ; α_0 = biên độ góc

2. Tần số góc – Chu kì – Tần số

Khi biên độ góc $\alpha_0 \le 10^0$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \;;\quad T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \;;\quad f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$$

3. Vận tốc

- *Khi biên độ góc α_0 bất kì:*
  - *Khi qua li độ góc α bất kì:*

$$v_\alpha^2 = 2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)$$

  - *Khi qua vị trí cân bằng:*

$$\alpha = 0 \Rightarrow \cos\alpha = 1$$

$$\Rightarrow v_{VTCB} = \pm v_{max} = \pm\sqrt{2gl(1-\cos\alpha_0)}$$

  - *Khi qua vị trí biên:*

$$\alpha = \pm\alpha_0 \Rightarrow \cos\alpha = \cos\alpha_0 \Rightarrow v_{biên} = 0$$

- *Nếu $\alpha_0 \le 10^0$, thì có thể dùng:*

$$1-\cos\alpha_0 = 2\sin^2\frac{\alpha_0}{2} \approx \frac{\alpha_0^2}{2}$$

$$\Rightarrow v_{max} = \alpha_0\sqrt{gl} = \omega s_0$$

$$\Rightarrow v_\alpha = s' = -\omega s_0\sin(\omega t + \varphi)$$

4. Sức căng dây

- *Khi biên độ góc α_0 bất kì:*
  - *Khi qua li độ góc α bất kì:*

$$\tau_\alpha = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0)$$

  - *Khi qua vị trí cân bằng:* $\alpha = 0 \Rightarrow \cos\alpha = 1$

$$\Rightarrow \tau_{VTCB} = \tau_{max} = mg(3 - 2\cos\alpha_0)$$

  - *Khi qua vị trí biên:* $\alpha = \pm\alpha_0 \Rightarrow \cos\alpha = \cos\alpha_0$

$$\Rightarrow \tau_{biên} = \tau_{min} = mg\cos\alpha_0$$

- *Nếu* $\alpha_0 \le 10^0$: thì có thể dùng: $1-\cos\alpha_0 = 2\sin^2\frac{\alpha_0}{2} = \frac{\alpha_0^2}{2}$

$$\Rightarrow \tau_{max} = mg(1+\alpha_0^2) \;;\; \tau_{min} = mg\left(1 - \frac{\alpha_0^2}{2}\right)$$

5. Năng lượng dao động

- *Khi biên độ góc α_0 bất kì*
  - *Động năng*

$$W_{đα} = \frac{1}{2}mv_\alpha^2 = mgl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)$$

- *Thế năng*

$$W_{t\alpha} = mgh_\alpha = mgl\,(1 - \cos\alpha)$$

- *Cơ năng*

$$W = W_{đ\alpha} + W_{t\alpha} = mgl\,(1 - \cos\alpha_0) = W_{đmax} = W_{tmax}$$

$$Với:\ h_\alpha = l\,(1 - \cos\alpha)$$

➢ *Nếu $\alpha_0 \le 10^0$, thì có thể dùng:*

$$1 - \cos\alpha_0 = 2\cos^2\frac{\alpha_0}{2} = \frac{\alpha_0^2}{2}$$

$$\Rightarrow W = \frac{mgl}{2}\alpha_0^2 = \frac{mg}{2l}s_0^2 = \frac{m\omega^2 s_0^2}{2} = const$$

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý SGK

C1. Chứng tỏ rằng đối với những góc lệch nhỏ hơn 10^0 thì độ chênh lệch giữa $\sin\alpha$ và α (rad) không đến 1%.

Trả lời

Độ chênh lệch giữa $\sin\alpha$ và α (rad) được tính bởi công thức:

$$\frac{\alpha(rad) - \sin\alpha}{\sin\alpha}.100\%$$

Lấy $\alpha = 10^0$, ta có: $\dfrac{10.\frac{\pi}{180} - \sin 10^0}{\sin 10^0}.100\% = 0,51\% < 1\%$ **(ĐPCM)**

C2. Có nhận xét gì về chu kì của con lắc đơn?

Trả lời

➢ Chu kì con lắc:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

➢ chỉ áp dụng được trong điều kiện biên độ góc nhỏ ($\alpha_0 < 10^0$) và ngay trong điều kiện góc nhỏ, công thức tính T ở trên cũng chỉ cho giá trị gần đúng.

➢ T phụ thuộc vào gia tốc trọng trường g, tức là phụ thuộc vào địa điểm đặt con lắc.

C3. Hãy mô tả một cách định tính, sự biến đổi năng lượng của con lắc khi nó đi từ vị trí biên về vị trí cân bằng và từ vị trí cân bằng đến vị trí biên.

Trả lời

- *Thế năng*

$$W_{t\alpha} = mgh_\alpha = mgl\,(1 - \cos\alpha)$$

- *Động năng*

$$W_{đ\alpha} = \frac{1}{2}mv_\alpha^2 = mgl\,(\cos\alpha - \cos\alpha_0)$$

- *Cơ năng*

$$W = W_{đ\alpha} + W_{t\alpha} = mgl\,(1 - \cos\alpha_0) = W_{đmax} = W_{tmax}$$

➢ *Khi con lắc khi nó đi từ vị trí biên về vị trí cân bằng:*
Góc α giảm ⇒ cosα tăng ⇒ thế năng giảm và động năng tăng, nhưng cơ năng không đổi.

➢ *Khi con lắc khi nó đi từ vị trí cân bằng đến vị trí biên:*
Góc α tăng ⇒ cosα giảm ⇒ thế năng tăng và động năng giảm, nhưng cơ năng không đổi.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

?

3.1. Thế nào là con lắc đơn? Khảo sát dao động của con lắc đơn về mặt động lực học. Chứng minh rằng khi dao động nhỏ ($\sin\alpha \approx \alpha$ (rad)), dao động của con lắc đơn là dao động điều hòa.

Trả lời

- *Con lắc đơn:*
- *Khảo sát dao động của con lắc đơn về mặt động lực học (SGK trang 16).*
- *Chứng minh:*

+ Xét dao động của con lắc đơn với góc lệch $\alpha_0 \le 10^0$ như hình 3.1. Khi đó cung OM = s được coi như dây cung OM với :

$$\sin\alpha \approx \alpha = \frac{s}{l}$$

+ Chọn gốc tọa độ tại VTCB O, Chiều (+) từ trái sang phải.

+ Tại li độ s bất kì , các lực tác dụng vào quả nặng gồm trọng lực $\vec{P}$ và sức căng dây $\vec{\tau}$. Theo định luật II của Niutơn :

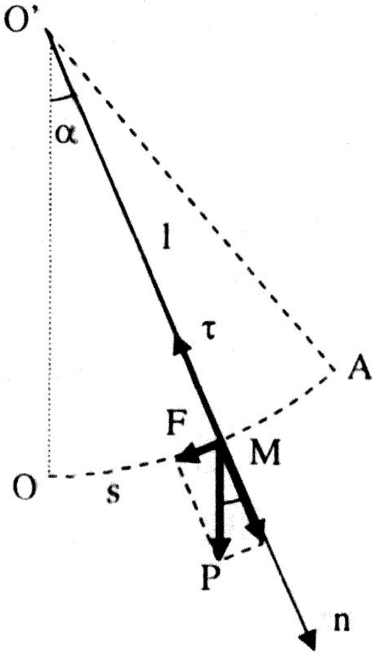
$$\vec{F} = \vec{P} + \vec{\tau} = m\vec{a}$$

+ Chiếu biểu thức trên lên phương tiếp tuyến quĩ đạo, ta có :

$$ma = F = -mg\sin\alpha = -mg\alpha = -mg\frac{s}{l}$$

$$\Rightarrow a = s'' = -\frac{g}{l}s$$

$$\text{Đặt}: \omega^2 = \frac{g}{l} \Rightarrow s'' = -\omega^2 s$$



Hình 3.1

Phương trình có nghiệm : $s = s_0\cos(\omega t + \varphi)$

Vậy : đối với các dao động biên độ góc nhỏ $\alpha_0 \le 10^0$, dao động của con lắc đơn được coi là dao động điều hòa (**ĐPCM**).

3.2. Viết công thức tính chu kì của con lắc đơn khi dao động nhỏ.

Trả lời

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

3.3. Viết biểu thức của động năng, thế năng và cơ năng của con lắc đơn ở vị trí có góc lệch α bất kì. Khi con lắc dao động thì động năng, thế năng của con lắc biến thiên như thế nào?

Trả lời

- *Động năng*

$$W_{đ\alpha} = \frac{1}{2}mv_\alpha^2 = mgl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)$$

- *Thế năng*

$$W_{t\alpha} = mgh_\alpha = mgl(1 - \cos\alpha)$$

- *Cơ năng*

$$W = W_{đ\alpha} + W_{t\alpha} = mgl(1 - \cos\alpha_0) = W_{đmax} = W_{tmax}$$

Với : $h_\alpha = l(1 - \cos\alpha)$

- Khi con lắc dao động đi càng xa vị trí cân bằng thì động năng giảm, thế năng tăng. Ngược lại, khi tiến về vị trí cân bằng thì động năng tăng, thế năng giảm.

▼

3.4. Chu kì của con lắc đơn dao động nhỏ ($\sin\alpha \approx \alpha$ (rad)) là:

A. $T = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{l}{g}}$

B. $T = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$

C. $T = \sqrt{2\pi\frac{l}{g}}$

D. $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

Hướng dẫn giải

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

Đáp án: D

3.5. Một con lắc đơn dao động với biên độ góc nhỏ. Chu kì của con lắc không thay đổi khi:

A. thay đổi chiều dài của con lắc.

B. thay đổi gia tốc trọng trường.

C. tăng biên độ góc đến 30^0.

D. thay đổi khối lượng của con lắc.

Hướng dẫn giải

Chu kì của con lắc không thay đổi khi thay đổi khối lượng của con lắc.

Đáp án: D

3.6. Một con lắc đơn được thả không vận tốc đầu từ li độ góc α_0. Khi con lắc qua vị trí cân bằng thì tốc độ của con lắc bằng bao nhiêu?

A. $\sqrt{gl(1-\cos\alpha_0)}$ B. $\sqrt{2gl\cos\alpha_0}$

C. $\sqrt{2gl(1-\cos\alpha_0)}$ D. $\sqrt{gl\cos\alpha_0}$

Hướng dẫn giải

- Khi qua li độ góc α bất kì: $v_\alpha^2 = 2gl\,(\cos\alpha - \cos\alpha_0)$
- Khi qua vị trí cân bằng: $\alpha = 0 \Rightarrow \cos\alpha = 1$

$$\Rightarrow \left|v_{VTCB}\right| = v_{max} = \sqrt{2gl(1-\cos\alpha_0)}$$

Đáp án: C

3.7. Một con lắc đơn dài l = 2,00 m, dao động điều hòa tại một nơi có gia tốc rơi tự do $g = 9,8\ m/s^2$. Hỏi con lắc thực hiện được bao nhiêu dao động toàn phần trong 5,00 phút.

Hướng dẫn giải

Chu kì dao động điều hòa của con lắc đơn: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2.84\ s$

Số dao động toàn phần con lắc thực hiện trong 5,00 phút:

$$N = \frac{t}{T} = \frac{5,00.60}{2,84} \approx 106 \text{ dao động}$$

Đáp số: N = 106 dao động

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

3.8. Chọn câu trả lời đúng

Một con lắc đơn có chu kì dao động tự do trên trên Trái Đất là T_0. Đưa con lắc lên Mặt Trăng. Gia tốc rơi tự do trên Mặt Trăng bằng $\frac{1}{6}$ trên Trái Đất.

Chu kì con lắc đơn trên Mặt Trăng là T:

A. $T = 6T_0$ B. $T = \frac{T}{6}$ C. $T = \sqrt{6}\,T_0$ D. $T = \frac{T_0}{\sqrt{6}}$

3.9. Chọn câu trả lời đúng

Một con lắc đơn có khối lượng vật nặng m = 200 g, chiều dài l = 50 cm. Từ vị trí cân bằng ta truyền cho vật nặng vận tốc v = 1 m/s theo phương ngang. Lấy $g = 10\ m/s^2$. Lực căng dây khi vật qua vị trí cân bằng là:

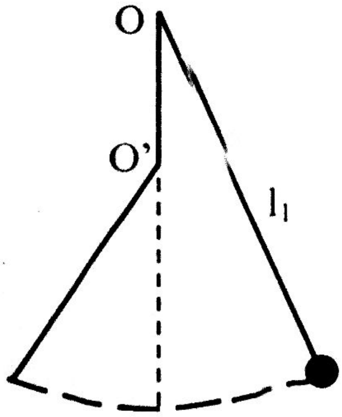
A. 2,4 N B. 3 N C. 4 N D. 6 N

3.10. Chọn câu trả lời đúng

Một con lắc đơn có dây treo dài 90 cm, vật nặng khối lượng 100 g. Từ vị trí cân bằng kéo vật đến vị trí dây treo hợp với phương thẳng đứng 60^0 rồi truyền cho nó vận tốc 1,8 m/s. Khi đó vật dao động. Lấy $g = 10\ m/s^2$. Vận tốc của vật khi qua vị trí cân bằng có độ lớn là:

A. 0,35 m/s B. 3 m/s C. 3,5 m/s D. 9 m/s

3.11. Một con lắc đơn có chiều dài $l_1 = 64$ cm dao động với biên độ góc nhỏ có chu kì $T_1 = 1{,}6$ s. Trên đường thẳng đứng qua điểm treo O, đóng một đinh tại O' sao cho OO = 15 cm. Khi dao động, dây treo con lắc bị vướng đinh O' trong chuyển động sang trái của vị trí cân bằng, nhưng không bị ảnh hưởng trong chuyển động sang phải như hình 3.2. Tính chu kì dao động của con lắc mới.



Hình 3.2

3.12. Một con lắc toán học có m = 300 g. Từ vị trí cân bằng kéo vật tới vị trí li độ góc $\alpha = 5^0$ rồi truyền cho nó vận tốc v = 20 cm/s. Khi đó con lắc thực hiện dao động điều hòa với chu kì $T_0 = \frac{2\pi}{5}$ s. Lấy $g = 10\ m/s^2$.

a) Tính chiều dài dây treo con lắc.

b) Viết phương trình dao động của con lắc. Chọn t = 0 là góc lệch của dây treo so với phương thẳng đứng có giá trị cực đại α_m.

c) Tính năng lượng dao động của con lắc.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

3.8. ***C***

Chu kì của đồng hồ quả lắc trên Trái Đất: $T_0 = T_Đ = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_Đ}}$

Chu kì của đồng hồ quả lắc trên Mặt Trăng:

$$T = T_T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_T}} \Rightarrow \frac{T_T}{T_Đ} = \sqrt{\frac{g_Đ}{g_T}} = \sqrt{6} \Rightarrow T = \sqrt{6}\,T_0$$

3.9. ***A***

$$v_{max} = 1\ m/s$$

$$v_{max}^2 = 2gl(1 - \cos\alpha_m) \Rightarrow \cos\alpha_m = 1 - \frac{v_{max}^2}{2gl} = 0{,}9$$

Lực căng dây khi vật qua vị trí cân bằng là:

$$\tau_{VTCB} = \tau_{max} = mg(3 - 2\cos\alpha_m) = 2{,}4\ N$$

3.10. ***C***

Vận tốc của con lắc đơn có vật nặng khối lượng m, chiều dài dây treo l, dao động với biên độ góc α_m khi qua li độ góc α là:

$$v^2 = 2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_m) \Rightarrow \cos\alpha_m = \cos\alpha - \frac{v^2}{2gl}$$

$$\alpha = 60^0 : v = 1{,}8\ m/s \quad \Rightarrow \quad \cos\alpha_m = \cos60^0 - \frac{1{,}8^2}{2.10.0{,}9} = 0{,}32$$

Độ lớn vận tốc của vật khi qua vị trí cân bằng là :

$$|v_{VTCB}| = v_{max} = \sqrt{2gl(1-\cos\alpha_m)} = 3,5 \text{ m/s}$$

3.11. Khi con lắc đi bên phải vị trí cân bằng thì chiều dài dây là l_1 và khi đi bên trái vị trí cân bằng thì chiều dài dây là $l_2 = l_1 - OO'$, với:

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}} \ ; \ T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{l_1 - OO'}{g}}$$

$$\Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{l_2}{l_1}} = \sqrt{\frac{64-15}{64}} = \frac{7}{8}$$

$$\Rightarrow T_2 = \frac{7}{8}T_1 = \frac{7}{8} \cdot 1,6 = 1,4 \text{ s}$$

Chu kì của con lắc mới: $T = \dfrac{T_1 + T_2}{2} = \dfrac{1,6 + 1,4}{2} = 1,5$ s

Đáp số: T = 1,5 s

3.12.

a) Áp dụng công thức: $T_0 = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}} \Rightarrow l = 0,4$ m

b) Phương trình dao động của con lắc đơn: $\alpha = \alpha_m\cos(\omega t + \varphi)$

Trong đó: $\omega = \dfrac{2\pi}{T_0} = 5$ rad/s

$$v_\alpha^2 = 2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_m)$$

$$\Rightarrow \cos\alpha_m = \cos\alpha - \frac{v_\alpha^2}{2gl} = 0,991 \Rightarrow \alpha_m = 7,6^0 = 0,13 \text{ rad}$$

Khi $t = 0$: $\alpha = \alpha_m \Rightarrow \alpha_m = \alpha_m\cos\varphi \Rightarrow \cos\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0$

$$\Rightarrow \alpha = 0,13.\cos 5t \text{ (rad)}$$

c) Năng lượng dao động của con lắc:

$$E = \frac{mgl}{2}\alpha_m^2 = 10,1 \text{ mJ}$$

Đáp số: a) l = 0,4 m; b) α = 0,13cos5t (rad); c) E = 10,1 mJ

Bài 4 – DAO ĐỘNG TẮT DẦN – DAO ĐỘNG CƯỠNG BỨC

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Dao động tự do

a) Định nghĩa

Dao động tự do là dao động có chu kì hay tần số chỉ phụ thuộc vào đặc tính của hệ dao động, không phụ thuộc vào các yếu tố bên ngoài.

Khi vật dao động tự do có biên độ và tần số riêng không đổi.

b) Ví dụ

+ Con lắc lò xo dao động trong điều kiện giới hạn đàn hồi và bỏ qua ma sát.

+ Con lắc đơn dao động với biên độ góc nhỏ tại một địa điểm xác định và bỏ qua ma sát.

2. Dao động tắt dần

a) Định nghĩa

Dao động tắt dần là dao động có biên độ giảm dần theo thời gian.

b) Nguyên nhân

Do lực ma sát hay lực cản của môi trường. Các lực này luôn ngược chiều với chiều chuyển động, nên sinh công âm làm giảm cơ năng của vật dao động. Các lực này càng lớn thì sự tắt dần càng nhanh.

c) ***Ứng dụng của dao động tắt dần***

Trong thực tế đời sống và kỹ thuật có những trường hợp:

+ Dao động tắt dần có lợi, cần thiết phải tăng cường nó.

Ví dụ: bộ phận giảm xóc ôtô, xe máy, bộ phận đóng cửa tự động...

+ Dao động tắt dần có hại, phải có biện pháp khắc phục nó.

Ví dụ: đồng hồ quả lắc...

3. Sự duy trì dao động

- ***Định nghĩa***

  Dao động được duy trì bằng cách giữ cho biên độ không đổi mà không làm thay đổi chu kì dao động riêng gọi là dao động duy trì.

- ***Điều kiện để duy trì dao động***

  Phải tác dụng một ngoại lực biến thiên tuần hoàn có dạng:

$$F_n = H\cos(\omega t + \varphi)$$

Trong đó: H = biên độ của ngoại lực; $\omega = 2\pi f$ = tần số góc của ngoại lực; f = tần số của ngoại lực.

Ví dụ: dao động của con lắc trong đồng hồ quả lắc là dao động duy trì.

4. Dao động cưỡng bức

a) Định nghĩa

Là dao động của hệ dưới tác dụng của một ngoại lực biến thiên tuần hoàn, có dạng :

$$F_n = H\cos(\omega t + \varphi)$$

b) Đặc điểm

+ Hệ dao động có tần số bằng tần số f của ngoại lực.

+ Có biên độ không đổi và phụ thuộc vào:

- Biên độ của ngoại lực.
- Quan hệ giữa tần số ngoại lực f với tần số riêng của hệ f_0.

+ Nếu ngoại lực duy trì lâu dài thì dao động cưỡng bức cũng được duy trì lâu dài với tần số f.

5. Sự cộng hưởng dao động

a) Định nghĩa

Cộng hưởng dao động là hiện tượng biên độ của dao động cưỡng bức tăng đột ngột và đạt giá trị cực đại khi tần số của ngoại lực cưỡng bức bằng tần số riêng của hệ dao động.

Điều kiện cộng hưởng: $f = f_0 \Rightarrow A = A_{max}$

Trong đó:

f = tần số của ngoại lực cưỡng bức.

f_0 = tần số riêng của hệ dao động.

A = biên độ của dao động cưỡng bức.

b) Đặc điểm

Biên độ cộng hưởng dao động phụ thuộc vào lực ma sát của môi trường. Biên độ cộng hưởng càng lớn khi lực ma sát của môi trường càng nhỏ (cộng hưởng nhọn) và ngược lại (cộng hưởng tù).

c) Ứng dụng

Trong thực tế đời sống và kĩ thuật có những trường hợp:

+ Cộng hưởng có lợi, cần thiết cần phải tăng cường nó.

Ví dụ: Một em bé có thể tác dụng một lực nhỏ để đưa võng cho người lớn, khi lực đó có tần số bằng tần số riêng của võng...

+ Cộng hưởng có hại, phải có biện pháp khắc phục nó.

Ví dụ: Cầu, bệ máy... có tần số riêng f_0, nếu chịu tác dụng của ngoại lực biến thiên tuần hoàn có tần số $f \approx f_0$, thì chúng sẽ bị cộng hưởng và dao động với biên độ cực đại, có thể dẫn tới sập cầu, hỏng bệ máy ...

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý SGK

C1. Hãy làm thí nghiệm như hình 4.3SGK. Con lắc điều khiển D được kéo sang một bên rồi thả cho dao động.

a) Các con lắc có dao động không?

b) Con lắc nào dao động mạnh nhất? Tại sao?

Trả lời

a) Khi con lắc D dao động sẽ tác dụng một ngoại lực biến thiên tuần hoàn có tần số (hay chu kì) bằng tần số (hay chu kì) của con lắc D lên dây treo ngang. Ngoại lực này được truyền tới các con lắc A, B, C, E, G làm chúng dao động cưỡng bức.

b) Con lắc E có cùng chiều dài với con lắc D, nên chu kì dao động:

$$T_E = T_D = 2\pi\sqrt{\frac{l_D}{g}}$$

⇒ Con lắc E sẽ bị cộng hưởng và dao động mạnh nhất.

C2. a) Tại sao biên độ dao động cưỡng bức của thân xe trong ví dụ II.2SGK lại nhỏ?

b) Tại sao với một lực đẩy nhỏ ta có thể làm cho chiếc đu có người ngồi đung đưa với biên độ lớn.

Trả lời

a) Biên độ dao động cưỡng bức của thân xe trong ví dụ II.2SGK lại nhỏ là do tần số chuyển động của pit–tông trong xilanh của máy nổ rất khác với tần số rung riêng của thân xe.

b) Với một lực đẩy nhỏ nếu biết tác động một cách thích hợp sao cho tần số tác dụng lực gần bằng hay bằng tần số dao động riêng của chiếc đu, ta có thể làm cho chiếc đu có người ngồi đung đưa cộng hưởng và dao động với biên độ lớn.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

?

4.1. Nêu đặc điểm của dao động tắt dần. Nguyên nhân của nó?

Trả lời

- ***Đặc điểm***

  Dao động tắt dần là dao động có biên độ giảm dần theo thời gian.

- ***Nguyên nhân***

  Nguyên nhân tắt dần là do lực ma sát hay lực cản của môi trường. Các lực này luôn ngược chiều với chiều chuyển động, nên sinh công âm làm giảm cơ năng của vật dao động. Các lực này càng lớn thì sự tắt dần càng nhanh.

4.2. Nêu đặc điểm của dao động duy trì.

Trả lời

Dao động được duy trì bằng cách giữ cho biên độ không đổi mà không làm thay đổi chu kì dao động riêng gọi là dao động duy trì.

4.3. Nêu đặc điểm của dao động cưỡng bức.

Trả lời

- Là dao động của hệ dưới tác dụng của một ngoại lực biến thiên tuần hoàn, có dạng : $F_n = H.\cos(\omega t + \varphi)$
- Hệ dao động có tần số bằng tần số f của ngoại lực.
- Có biên độ không đổi và phụ thuộc vào:
  - Biên độ của ngoại lực.
  - Quan hệ giữa tần số ngoại lực f với tần số riêng của hệ f_0.
- Nếu ngoại lực duy trì lâu dài thì dao động cưỡng bức cũng được duy trì lâu dài với tần số f.

4.4. Hiện tượng cộng hưởng là gì? Nêu điều kiện để có cộng hưởng? Cho một ví dụ.

Trả lời

- ***Định nghĩa***

Cộng hưởng dao động là hiện tượng biên độ của dao động cưỡng bức tăng đột ngột và đạt giá trị cực đại khi tần số của ngoại lực cưỡng bức bằng tần số riêng của hệ dao động.

- ***Điều kiện cộng hưởng***

$$f = f_0 \Rightarrow A = A_{max}$$

Trong đó: f = tần số của ngoại lực cưỡng bức.

f_0 = tần số riêng của hệ dao động; A = biên độ của dao động cưỡng bức.

- ***Ví dụ***

Trên đường gần những ngã ba, ngã tư hay nơi đông người qua lại thường có những vạch giảm tốc cắt ngang. Mục đích để giảm tốc độ của xe cộ lưu thông. Nếu qua những vạch đó xe vẫn chạy với tốc độ cao sẽ bị xóc rất mạnh (dễ xảy ra cộng hưởng).

4.5. Một con lắc dao động tắt dần. Cứ sau mỗi chu kì biên độ giảm 3%. Phần năng lượng của con lắc bị mất trong một dao động toàn phần là bao nhiêu?

A. 3% B. 9 % C. 4,5 % D. 6%

Hướng dẫn giải

Gọi A_n; A_{n+1} là biên độ dao động của con lắc ở chu kì thứ n và n + 1

E_n; E_{n+1} là năng lượng dao động của con lắc ở chu kì thứ n và n + 1

Ta có: $$E_n = \frac{kA_n^2}{2}\ ;\ E_{n+1} = \frac{kA_{n+1}^2}{2} = \frac{k(0{,}97A_n)^2}{2}$$

Với $A_{n+1} = (100 - 3)\%A_n = 97\%A_n = 0{,}97A_n$

Phần năng lượng mất đi trong trong một dao động toàn phần (trong mỗi chu kì) là:

$$\frac{\Delta E_n}{E_n} = \frac{E_n - E_{n+1}}{E_n} = \frac{A_n^2 - A_{n+1}^2}{A_n^2} = 1 - \left(\frac{A_{n+1}}{A_n}\right)^2 = 1 - (0{,}97)^2 = 0{,}06 = 6\ \%$$

Đáp án: D

4.6. Một con lắc chiều dài 44 cm được treo ở trần một toa xe lửa, ở phía trên trục bánh xe. Con lắc bị kích động mỗi khi bánh của toa xe gặp chỗ nối nhau của đường ray. Hỏi tàu chạy thẳng đều với tốc độ bằng bao nhiêu thì biên độ dao động của con lắc lớn nhất? Cho biết chiều dài mỗi thanh ray là 12,5 m. Lấy $g = 9{,}8\ m/s^2$.

A. 10,7 km/h B. 34 km/h C. 106 km/h D. 45 km/h

Hướng dẫn giải

$L = 12{,}5\ m;\ l = 44\ cm$

Điều kiện để con lắc dao động với biên độ lớn nhất là điều kiện cộng hưởng dao động. Khi đó: $T = T_0$

Trong đó: T là chu kì của ngoại lực = thời gian xe lửa chạy trên chiều dài của một thanh ray.

$$T = \frac{L}{v}$$

T_0 = chu kì dao động của con lắc.

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 1{,}33\ s$$

Tốc độ của xe lửa trong trường hợp đó là:

$$v = \frac{L}{T_0} = 9{,}4\ m/s = 34\ km/h$$

Đáp án: B

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

4.7. Chọn câu trả lời đúng

Trong dao động cưỡng bức, biên độ của dao động cưỡng bức:

A. không phụ thuộc vào biên độ ngoại lực.

B. tăng khi tần số ngoại lực tăng.

C. giảm khi tần số ngoại lực giảm.

D. đạt cực đại khi tần số ngoại lực bằng tần số dao động riêng của hệ dao động cưỡng bức.

4.8. Trong dao động của con lắc lò xo, nhận xét nào sau đây **sai**?

A. Biên độ của dao động cưỡng bức chỉ phụ thuộc vào biên độ của ngoại lực tuần hoàn.

B. Tần số dao động riêng chỉ phụ thuộc vào đặc tính của hệ dao động.

C. Tần số của dao động cưỡng bức bằng tần số của ngoại lực tuần hoàn.

D. Lực cản của môi trường là nguyên nhân làm cho dao động tắt dần.

4.9. Chọn câu trả lời đúng

Hai em bé đang chơi bập bênh. Mỗi khi đầu phía bên em bé nào đang ngồi xuống thấp thì em bé đó đạp chân xuống đất cho đầu đó đi lên. Dao động của chiếc bập bênh trong trường hợp đó là:

A. Dao động dưới tác dụng của nội lực biến thiên tuần hoàn.

B. Dao động dưới tác dụng của ngoại lực biến thiên tuần hoàn.

C. Tự dao động.

D. Dao động tắt dần.

4.10. Chọn câu trả lời sai

Trong cộng hưởng dao động:

A. Toàn bộ năng lượng mà ngoại lực cung cấp cho hệ dùng để tăng biên độ dao động.

B. Toàn bộ năng lượng mà ngoại lực cung cấp cho hệ dùng để tăng biên độ dao động và thắng ma sát.

C. Tần số dao động của hệ bằng tần số ngoại lực.

D. Tần số dao động của hệ bằng tần số riêng của hệ.

4.11. Chọn câu trả lời đúng

Một người đi xe đạp chở một thùng nước đi trên một vỉa hè lát bê tông cứ cách 4,5 m có một rãnh nhỏ. Khi người đó chạy với vận tốc 10,8 km/h thì nước trong thùng bị văng tung toé mạnh nhất ra ngoài. Tần số dao động riêng của nước trong thùng là:

A. 1,5 Hz	B. $\frac{2}{3}$ Hz

C. 2,4 Hz	D. Một giá trị khác.

4.12. Một con lắc đơn có $l = 100$ cm, $m = 500$ g dao động với biên độ góc ban đầu $\alpha_0 = 0,1$ rad. Do ma sát nên sau 10 chu kì biên độ góc chỉ còn $\beta_0 = 0,08$ rad. Hỏi phải dùng một bộ máy đồng hồ có công suất bằng bao nhiêu để dao động được duy trì. Lấy $g = \pi^2 = 10$ m/s^2.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

4.7. ***D***

Trong dao động cưỡng bức, biên độ của dao động cưỡng bức đạt cực đại khi tần số ngoại lực bằng tần số dao động riêng của hệ dao động cưỡng bức.

4.8. ***A***

Trong dao động của con lắc lò xo, biên độ của dao động cưỡng bức phụ thuộc vào biên độ của ngoại lực tuần hoàn và độ chênh lệch giữa tần số của dao động cưỡng bức với tần số dao động riêng ⇒ câu sai A.

4.9. ***B***

Dao động của chiếc bập bênh trong trường hợp đó là dao động dưới tác dụng của ngoại lực biến thiên tuần hoàn.

4.10. ***A***

Trong cộng hưởng dao động:

- Toàn bộ năng lượng mà ngoại lực cung cấp cho hệ dùng để tăng biên độ dao động và thắng ma sát.

- Tần số dao động của hệ bằng tần số ngoại lực và bằng tần số riêng của hệ.

$\Rightarrow$ câu sai A.

4.11. ***B***

$L = 4{,}5$ m ; $v = 10{,}8$ km/h $= 3$ m/s

Chu kì của ngoại lực cưỡng bức tác dụng lên thùng: $T = \frac{L}{v}$

Điều kiện để nước trong thùng bị văng tung toé mạnh nhất ra ngoài là điều kiện cộng hưởng.

$$T = T_0 \quad \Rightarrow \quad T_0 = T = \frac{L}{v} = 1{,}5 \text{ s}$$

Tần số dao động riêng của nước trong thùng là: $f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{2}{3}$ Hz

4.12. Năng lượng đã cung cấp cho con lắc = Năng lượng dao động:

$$E = \frac{mgl}{2}\alpha_0^2 = \frac{0{,}5.10.1}{2}.(0{,}1)^2 = 2{,}5.10^{-2}\text{ J} = 25 \text{ mJ}$$

Năng lượng dao động của con lắc đơn còn lại sau 10 dao động là:

$$E' = \frac{mgl}{2}\beta_0^2 = \frac{0{,}5.10.1}{2}.(0{,}08)^2 = 1{,}6.10^{-2}\text{ J} = 16 \text{ mJ}$$

Năng lượng của con lắc bị hao hụt do ma sát sau 10 dao động:

$$\Delta E = E - E' = 25 - 16 = 9 \text{ mJ}$$

Để duy trì dao động của con lắc cần phải dùng một động cơ nhỏ có công suất tối thiểu P_{min} để sinh được công tối thiểu A_{min} đủ bù được năng lượng mất mát do ma sát sau 10 dao động: $A_{min} = \Delta E = 9$ mJ

Do đó công suất tối thiểu của động cơ là:

$$P_{min} = \frac{A_{min}}{t} = \frac{A_{min}}{10T} = \frac{9}{10.2} = 0{,}45 \text{ mW} = 450\ \mu\text{W}$$

Đáp số: P = 450 μW

Bài 5

TỔNG HỢP HAI DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ CÙNG PHƯƠNG, CÙNG TẦN SỐ – PHƯƠNG PHÁP GIẢN ĐỒ FRE–NEN

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Phương pháp véctơ quay

Dựa trên tính chất: Dao động điều hòa có thể xem là chuyển động của hình chiếu của một điểm chuyển động tròn đều lên một trục trùng với đường kính của đường tròn.

2. *Tổng hợp hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số*

Giả sử một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số:

$$x_1 = A_1\cos(\omega t + \varphi_1)$$
$$x_2 = A_2\cos(\omega t + \varphi_2)$$

Dao động tổng hợp là:

$$x = x_1 + x_2 = A\cos(\omega t + \varphi)$$

Trong đó:

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)$$
$$\tan\varphi = \frac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2}$$

3. *Ảnh hưởng của độ lệch pha*

Nếu hai dao động thành phần:

- Cùng pha $\Delta\varphi = 2k\pi$ thì :

$$A = A_1 + A_2;\ \varphi = \varphi_1 = \varphi_2$$

- Ngược pha $\Delta\varphi = (2k+1)\pi$ thì :

$$A = A_1 - A_2;\ \varphi = \varphi_1 \text{ nếu } A_1 > A_2$$
$$A = A_2 - A_1;\ \varphi = \varphi_2 \text{ nếu } A_2 > A_1$$

- Lệch pha nhau bất kì thì:

$$|A_1 - A_2| \le A \le A_1 + A_2.$$

4. *Tổng hợp n dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số*

Giả sử một vật thực hiện đồng thời n dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số:

$$x_1 = A_1\cos(\omega t + \varphi_1)$$
$$x_2 = A_2\cos(\omega t + \varphi_2)$$
$$\ldots$$
$$x_n = A_n\cos(\omega t + \varphi_n)$$

Dao động tổng hợp là:

$$x = x_1 + x_2 + \ldots + x_n = A\cos(\omega t + \varphi)$$

Trong đó:

+ Thành phần trên trục nằm ngang Ox:

$$A_x = A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2 + \ldots + A_n\cos\varphi_n$$

+ Thành phần trên trục thẳng đứng Oy:

$$A_y = A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2 + \ldots + A_n\sin\varphi_n$$

$$\Rightarrow A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}\ ;\ \tan\varphi = \frac{A_y}{A_x}$$

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Hãy biểu diễn dao động điều hòa $x = 3\cos(5t + \frac{\pi}{3})$ (cm) bằng một vectơ quay.

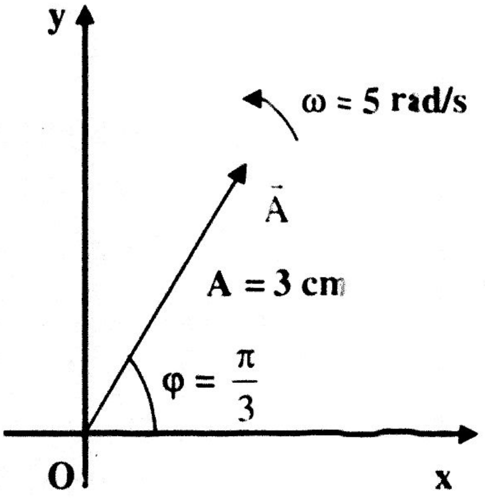
Trả lời

Biểu diễn dao động điều hòa:

$$x = 3\cos(5t + \frac{\pi}{3}) \text{ (cm)}$$

bằng vectơ quay $\vec{A}$ như trên hình 5.1 có:

- Gốc tại O.
- Độ lớn A = 3 cm.
- Khi t = 0: góc hợp bởi $\vec{A}$ với trục Ox là $\varphi = \frac{\pi}{3}$
- $\vec{A}$ quay đều quanh gốc O với vận tốc góc ω = 5 rad/s



Hình 5.1

C2. Hãy tìm lại công thức:

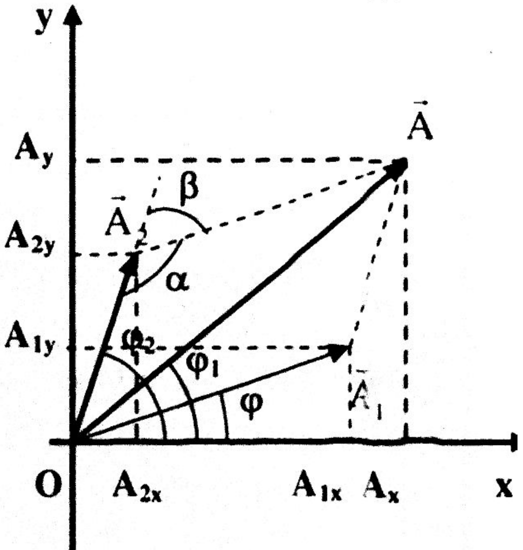
$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)$$

$$\text{tg}\varphi = \frac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2}$$

Trả lời

Giả sử một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hòa có dạng:

$$x_1 = A_1\cos(\omega t + \varphi_1)$$
$$x_2 = A_2\cos(\omega t + \varphi_2)$$



Hình 5.2

Dùng phương pháp giản đồ vectơ vẽ hai vectơ quay $\vec{A_1}; \vec{A_2}$ như hình 5.2. Từ hình 5.2, áp dụng hệ thức lượng trong tam giác OA_2A ta có:

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 - 2A_1A_2\cos\alpha$$

Nhưng $\alpha = \pi - \beta$, với $\beta = \varphi_2 - \varphi_1$. Do đó: $\cos\alpha = -\cos\beta = -\cos(\varphi_2 - \varphi_1)$

$$\Rightarrow A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)$$

Mặt khác: $\vec{A} = \vec{A_1} + \vec{A_2}$ và hình chiếu của các vectơ $\vec{A}; \vec{A_1}; \vec{A_2}$ xuống các trục Ox, Oy thỏa:

$$A_x = A_{1x} + A_{2x} = A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2$$
$$A_y = A_{1y} + A_{2y} = A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2$$

và:

$$\tan\varphi = \frac{A_y}{A_x} = \frac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2}$$

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

?

5.1. Nêu cách biểu diễn một dao động điều hoà bằng một véctơ quay.

Trả lời

Giả sử cần biểu diễn một dao động điều hòa: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

+ Vẽ hệ trục Oxy hình 5.3.

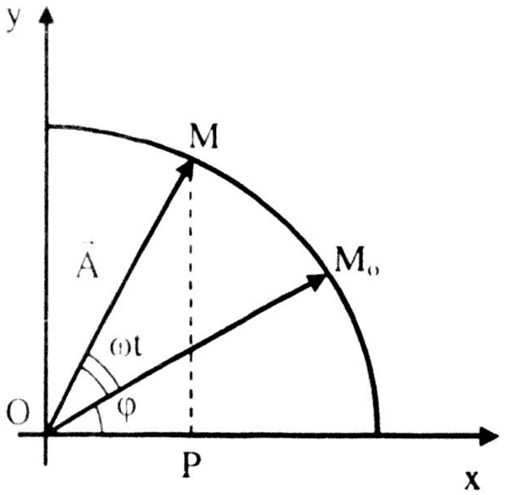
+ Vẽ vectơ $\vec{A}$ có :

  - gốc O.
  - độ dài bằng A.
  - hợp với Ox một góc φ khi t = 0.

+ Cho $\vec{A}$ quay đều quanh O với vận tốc góc ω theo chiều dương, thì chuyển động của hình chiếu của ngọn véctơ $\vec{A}$ lên trục xx' là một dao động điều hòa:

$$x = \overline{OP} = A\cos(\omega t + \varphi)$$

Vậy $\vec{A}$ *biểu diễn cho một dao động điều hòa.*



Hình 5.3

5.2. Trình bày phương pháp giản đồ véctơ để tìm dao động tổng hợp của hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số.

Trả lời

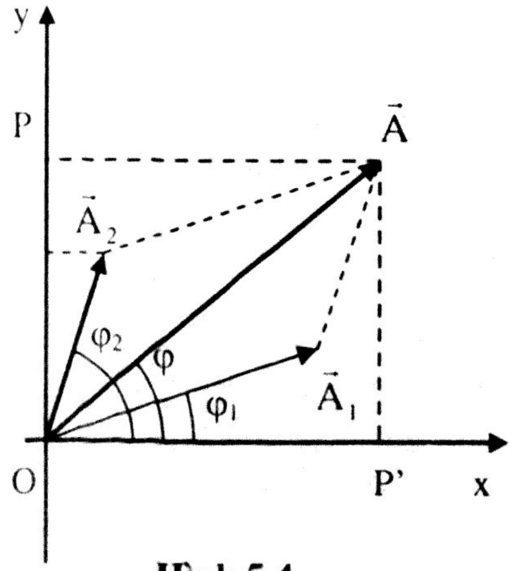
+ Giả sử một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hòa có dạng:

$$x_1 = A_1\cos(\omega t + \varphi_1)$$
$$x_2 = A_2\cos(\omega t + \varphi_2)$$

+ Dùng phương pháp giản đồ vectơ vẽ hai vectơ như hình 5.4.

* $\vec{A}_1$ có gốc O, độ dài A_1, góc tạo với trục Ox một góc φ_1.

* $\vec{A}_2$ có gốc O, độ dài A_2, góc tạo với trục Ox góc φ_2.



Hình 5.4

+Vẽ $\vec{A} = \vec{A}_1 + \vec{A}_2$ theo qui tắc hình bình hành ; $\vec{A}$ hợp với Ox góc φ.

+ Cho $\vec{A}_1$ và $\vec{A}_2$ quay đều quanh O với cùng vận tốc góc ω theo chiều dương thì *hình bình hành* OA_1AA_2 *không biến dạng* ⇒ $\vec{A}$ cũng quay với cùng vận tốc góc ω ⇒ $\vec{A}$ là vectơ quay biểu diễn cho một dao động điều hòa:

$$x = x_1 + x_2 = A\cos(\omega t + \varphi)$$

+ Từ hình 5.3, ta thu được :

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)$$

$$\tan\varphi = \frac{A_1 \sin\varphi_1 + A_2 \sin\varphi_2}{A_1 \cos\varphi_1 + A_2 \cos\varphi_2}$$

Kết luận : dao động tổng hợp của hai dao động điều hòa cùng phương cùng tần số là một dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số.

5.3. Nêu ảnh hưởng của độ lệch pha ($\varphi_2 - \varphi_1$) đến biên độ của dao động tổng hợp trong các trường hợp:

a) Hai dao động thành phần cùng pha.

b) Hai dao động thành phần ngược pha.

c) Hai dao động thành phần có pha vuông góc ($\varphi_2 - \varphi_1 = \pm\frac{\pi}{2} + 2n\pi$).

Trả lời

a) Hai dao động thành phần cùng pha: $\Delta\varphi = 2n\pi$ thì : $A = A_1 + A_2$

b) Hai dao động thành phần ngược pha: $\Delta\varphi = (2n+1)\pi$ thì : $A = |A_1 - A_2|$

c) Hai dao động thành phần có pha vuông góc ($\varphi_2 - \varphi_1 = \pm\frac{\pi}{2} + 2n\pi$).

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2}$$

▼

5.4. Hai dao động là ngược pha khi:

A. $\varphi_2 - \varphi_1 = 2n\pi$ B. $\varphi_2 - \varphi_1 = n\pi$

C. $\varphi_2 - \varphi_1 = (n-1)\pi$ D. $\varphi_2 - \varphi_1 = (2n-1)\pi$

Hướng dẫn giải

Hai dao động là ngược pha khi:

$$\varphi_2 - \varphi_1 = (2n-1)\pi$$

Đáp án: D

5.5. Xét một véctơ quay $\overrightarrow{OM}$ có những đặc điểm sau:

- Có độ lớn bằng hai đơn vị chiều dài.
- Quay quanh O với tốc độ góc 1 rad/s.
- Tại thời điểm t = 0, véctơ $\overrightarrow{OM}$ hợp với trục quay Ox một góc 30^0.

Hỏi véctơ quay $\overrightarrow{OM}$ biểu diễn phương trình của dao động điều hòa nào?

A. $x = 2\cos(t - \frac{\pi}{3})$ B. $x = 2\cos(t + \frac{\pi}{6})$

C. $x = 2\cos(t - 30^0)$ D. $x = 2\cos(t + \frac{\pi}{3})$

Hướng dẫn giải

Véctơ quay $\overrightarrow{OM}$ có những đặc điểm sau:

- Có độ lớn bằng hai đơn vị chiều dài $\Rightarrow A = 2$
- Quay quanh O với tốc độ góc 1 rad/s $\Rightarrow \omega = 1$ rad/s
- Tại thời điểm t = 0, véctơ $\overrightarrow{OM}$ hợp với trục quay Ox một góc30^0

$\Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{6} \Rightarrow$ Véctơ quay $\overrightarrow{OM}$ biểu diễn phương trình của dao động điều hòa:

$$x = 2\cos(t + \frac{\pi}{6})$$

Đáp án: B

5.6. Cho hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số góc ω = 5π rad/s với các biên độ:

$x_{1m} = \frac{\sqrt{3}}{2}$ cm , $x_{2m} = \sqrt{3}$ cm và pha ban đầu tương ứng $\varphi_1 = \frac{\pi}{2}$ và $\varphi_2 = \frac{5\pi}{6}$.

Tìm phương trình dao động tổng hợp của hai dao động trên.

Hướng dẫn giải

Phương trình dao động của hai dao động thành phần:

$$x_1 = \frac{\sqrt{3}}{2}\cos(5\pi t + \frac{\pi}{2})\,(cm)\ ;\quad x_2 = \sqrt{3}\cos(5\pi t + \frac{5\pi}{6})\,(cm)$$

Xác định dao động tổng hợp bằng phương pháp véctơ quay:

$$x = x_1 + x_2 = A\cos(5\pi t + \varphi)$$

Trong đó: $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos\Delta\varphi} = \sqrt{5,25}$ cm

$$\tan\varphi = \frac{A_y}{A_x} = \frac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2} = \frac{\sqrt{3}}{-\frac{\sqrt{3}}{2}} = -\frac{2}{\sqrt{3}}$$

Vì $A_y > 0$; $A_x < 0$ nên véctơ tổng hợp $\overrightarrow{A}$ sẽ nằm ở góc phần tư thứ hai

$$\Rightarrow \varphi = \frac{131\pi}{180} \approx 0,73\pi \text{ rad}$$

$$x = \sqrt{5,25}\cos(5\pi t + \frac{131\pi}{180})\,(cm)$$

Đáp số: $x = \sqrt{5,25}\cos(5\pi t + \frac{131\pi}{180})\,(cm)$

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

5.7. Chọn câu trả lời đúng

Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số có phương trình:

$$x_1 = 10\cos(\pi t + \frac{\pi}{2})\,(cm) \quad \text{và} \quad x_2 = 10\cos\pi t\,(cm)$$

Vận tốc của vật tại thời điểm t = 0,5 s là:

A. π cm/s B. −π cm/s C. 10π cm/s D. −10π cm/s

5.8. Chọn câu trả lời đúng

Một vật có khối lượng m = 500 g, thực hiện đồng thời hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số có phương trình:

$$x_1 = 8\cos(2\pi t + \frac{\pi}{2})\ (cm) \quad \text{và} \quad x_2 = 8\cos 2\pi t\ (cm)$$

Lấy $\pi^2 = 10$. Động năng của vật khi vật qua li độ $x = \frac{A}{2}$ là:

A. 32 mJ B. 64 mJ C. 96 mJ D. 960 mJ

Trong đó: x và A lần lượt là là li độ và biên độ của dao động tổng hợp.

5.9. Chọn câu trả lời đúng

Một vật có khối lượng m, thực hiện đồng thời hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số có phương trình:

$$x_1 = 3\cos(\omega t + \frac{\pi}{6})\ (cm) \quad \text{và} \quad x_2 = 8\cos(\omega t - \frac{5\pi}{6})\ (cm)$$

Khi vật qua li độ x = 4 cm thì vận tốc của vật v = 30 cm/s. Tần số góc dao động tổng hợp của vật là:

A. 6 rad/s B. 10 rad/s C. 20 rad/s D. 100 rad/s

5.10. Chọn câu trả lời đúng

Một vật thực hiện đồng thời ba dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số có phương trình:

$$x_1 = 4\cos 5\pi t(cm)\ ;\ x_2 = 6\cos(5\pi t + \frac{\pi}{2})(cm)\ ;\ x_3 = 10\cos(5\pi t + \pi)(cm)$$

Phương trình của dao động tổng hợp là:

A. $x = 6\sqrt{2}\cos(5\pi t + \frac{\pi}{4})(cm)$ B. $x = 6\sqrt{2}\cos(5\pi t - \frac{\pi}{4})(cm)$

C. $x = 6\sqrt{2}\cos(5\pi t + \frac{3\pi}{4})(cm)$ D. $x = 6\sqrt{2}\cos(5\pi t - \frac{3\pi}{4})(cm)$

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

5.7. ***D***

$$x = x_1 + x_2 = 10[\cos(\pi t + \frac{\pi}{2}) + \cos\pi t\,] = 10\,.\,2\cos(\pi t + \frac{\pi}{4})\cos\frac{\pi}{4}$$

$$\Rightarrow\ x = 10\sqrt{2}\cos(\pi t + \frac{\pi}{4})\ (cm)$$

$$v = x' = -\ 10\pi\sqrt{2}\sin(\pi t + \frac{\pi}{4})\ (cm/s)$$

$$t = 0{,}5s:\ \ v = -\ 10\pi\sqrt{2}\sin(\pi.0{,}5 + \frac{\pi}{4}) = -\ 10\pi\ cm/s$$

5.8. ***C***

Ta có $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = -\frac{\pi}{2}$ $\Rightarrow$ Hai véctơ quay $\overrightarrow{A_1} \perp \overrightarrow{A_2}$ biểu diễn cho hai dao động điều hòa x_1, x_2. Áp dụng định lí Pitago, biên độ của dao động tổng hợp là: $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2} = 8\sqrt{2}$ cm

Ở li độ $x = \frac{A}{2}$ thế năng được tính bởi công thức:

$$E_t = \frac{kx^2}{2} = \frac{m\omega^2 x^2}{2} = \frac{1}{4} m\omega^2 A^2 = \frac{1}{4} E$$

Động năng của vật ứng với li độ $x = \frac{A}{2}$:

$$E_đ = E - E_t = \frac{3}{4} E = \frac{3}{4} \cdot \frac{0,5.(2\pi)^2.(8\sqrt{2}.10^{-2})^2}{2} = 0,096\ J = 96\ mJ$$

5.9. ***B***

$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = \pi \Rightarrow x_1$ và x_2 ngược pha $\Rightarrow \vec{A}_1$ và $\vec{A}_2$ cùng phương, ngược chiều.

Biên độ dao động tổng hợp là: $A = A_2 - A_1 = 5$ cm

Áp dụng công thức độc lập: $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2} \Rightarrow \omega = \frac{|v|}{\sqrt{A^2 - x^2}} = 10$ rad/s

5.10. ***C***

Dao động tổng hợp là: $x = x_1 + x_2 + x_3 = A\cos(5\pi t + \varphi)$

Trong đó:

+ Thành phần trên trục nằm ngang Ox:

$$A_x = A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2 + A_3\cos\varphi_3$$

$$\Rightarrow A_x = 4\cos 0^0 + 6\cos\frac{\pi}{2} + 10\cos\pi = 4 - 10 = -6\ cm$$

+ Thành phần trên trục thẳng đứng Oy:

$$A_y = A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2 + A_3\sin\varphi_3$$

$$\Rightarrow A_y = 4\sin 0^0 + 6\sin\frac{\pi}{2} + 10\sin\pi = 6\ cm$$

$$\Rightarrow A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} = 6\sqrt{2}\ cm;\ tg\,\varphi = \frac{A_y}{A_x} = -1$$

Nhưng $A_x < 0$; $A_y > 0 \Rightarrow$ véctơ tổng hợp $\vec{A}$ phải nằm trong góc phần tư thứ hai $\Rightarrow \varphi = \frac{3\pi}{4} \Rightarrow x = 6\sqrt{2}\cos(5\pi t + \frac{3\pi}{4})(cm)$

CHƯƠNG II – SÓNG CƠ VÀ SÓNG ÂM

Bài 7 – SÓNG CƠ VÀ SỰ TRUYỀN SÓNG CƠ

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Định nghĩa sóng cơ

Sóng cơ học là sự lan truyền của dao động (cơ học) trong một môi trường.

2. Sóng dọc và sóng ngang

+ Sóng dọc: là sóng có phương dao động trùng với phương truyền sóng.
  Ví dụ: sóng âm.
+ Sóng ngang : là sóng có phương dao động vuông góc với phương truyền sóng.
  Ví dụ: sóng truyền trên mặt nước.

3. Các đại lượng đặc trưng của sóng

a) Vận tốc sóng

v = vận tốc truyền pha dao động.

Trong một môi trường xác định v = const.

b) Chu kì và tần số sóng

Chu kì sóng = chu kì dao động = chu kì của nguồn sóng.

Tần số sóng = tần số dao động = tần số của nguồn sóng.

$$f = \frac{1}{T}$$

c) Bước sóng

λ = quãng đường sóng truyền trong một chu kì = khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng dao động cùng pha.

$$\lambda = vT = \frac{v}{f}$$

d) Biên độ sóng A: $A_{\text{sóng}} = A_{\text{dao động}} = A$

e) Năng lượng sóng W $W_{\text{sóng}} = W_{\text{dd}} = \frac{1}{2}m\omega^2A^2$

f) Độ lệch pha

- *Tổng quát*

Nếu hai điểm M, N bất kì trong môi trường truyền sóng cách nguồn O lần lượt là d_M và d_N : $\Delta\varphi_{MN} = 2\pi\frac{d_N - d_M}{\lambda}$

- *Đặc biệt*

  Nếu hai điểm M, N nằm trên cùng một phương truyền sóng:

$$\Delta\varphi_{MN} = 2\pi\frac{MN}{\lambda}$$

4. Phương trình sóng

Phương trình sóng tại một điểm trong môi trường truyền sóng là phương trình dao động của điểm đó.

Giả sử phương trình sóng tại nguồn O : $u_0 = A\cos\omega t$

Thì phương trình sóng tại một điểm M cách O một khoảng x là:

$$u_M = A_M\cos 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda})$$

5. Tính tuần hoàn của sóng

- Tại một điểm M xác định trong môi trường:

  x = const : u_M là một hàm biến thiên điều hòa theo thời gian t với chu kì T.
- Tại một thời điểm xác định:

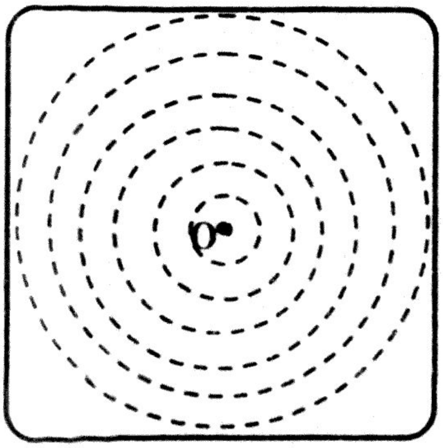
  t = const : u_M là một hàm biến thiên điều hòa trong không gian theo biến x với chu kì λ.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Trong thí nghiệm trên hình 7.1SGK, khi O đang dao động mặt nước có hình dạng như thế nào? Có thấy mẩu nút chai bị đẩy ra xa O không?

Trả lời

Khi O đang dao động ta thấy trên mặt nước xuất hiện các vòng tròn đồng tâm O lan tỏa như hình 7.1. Nhưng mẩu nút chai không bị đẩy ra xa O.



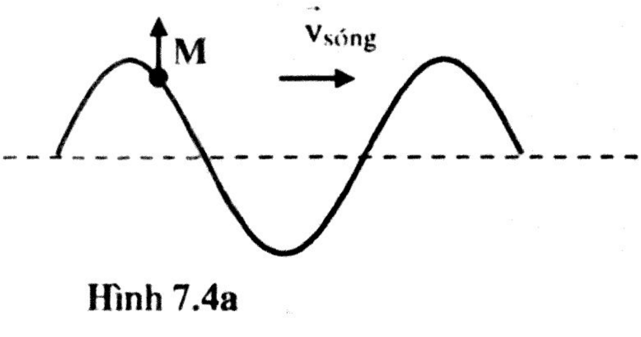
Hình 7.1

C2. Hãy vẽ một mũi tên chỉ chuyển động của phần tử M khi sóng truyền từ trái sang phải của hình 7.4SGK.

Trả lời

Mũi tên chỉ chuyển động của phần tử M khi sóng truyền từ trái sang phải trên hình 7.4a.

C3. Dựa vào hình 7.5SGK, hãy tìm những điểm dao động đồng pha với nhau.

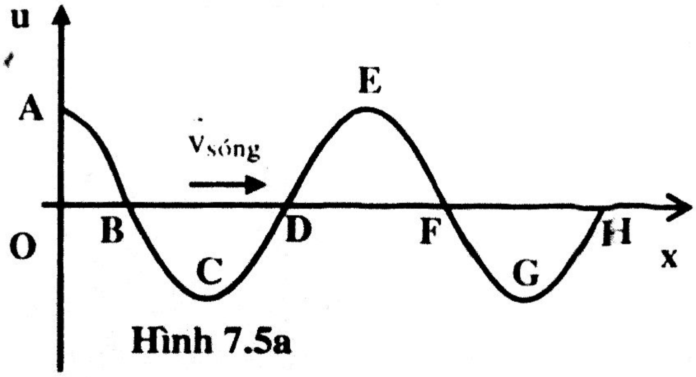


Hình 7.4a

Trả lời

Trên hình 7.5a, những điểm dao động đồng pha với nhau là:

- A và E
- B và F
- C và G
- D và H



Hình 7.5a

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

?

7.1. Sóng cơ học là gì?

Trả lời

Sóng cơ học là sự lan truyền dao động cơ học trong một môi trường đàn hồi.

7.2. Thế nào là sóng ngang? Thế nào là sóng dọc?

Trả lời

+ Sóng dọc : là sóng có phương dao động trùng với phương truyền sóng.

+ Sóng ngang : là sóng có phương dao động vuông góc với phương truyền sóng.

7.3. Bước sóng là gì?

Trả lời

Bước sóng λ là quãng đường sóng truyền trong một chu kì hay là khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng dao động cùng pha.

Từ công thức: $\lambda = vT = \frac{v}{f}$

Trong đó: T và f không phụ thuộc môi trường; Còn v phụ thuộc môi trường.

⇒ Bước sóng phụ thuộc vào môi trường truyền sóng.

7.4. Viết phương trình sóng.

Trả lời

Giả sử phương trình sóng của nguồn O là: $u_O = A_O\cos 2\pi\frac{t}{T}$

thì phương trình sóng tại một điểm M bất kì trong môi trường cách O một khoảng x là: $u_M = A_M\cos 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda})$

7.5. Tại sao ta nói sóng vừa có tính tuần hoàn theo thời gian, vừa có tính tuần hoàn trong không gian?

Trả lời

Phương trình sóng tại một điểm M bất kì trong môi trường cách O một khoảng x là: $u_M = A_M\cos 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda})$

- Tại một điểm M xác định trong môi trường:

  x = const : u_M là một hàm biến thiên điều hòa theo thời gian t với chu kì T.
- Tại một thời điểm xác định:

  t = const : u_M là một hàm biến thiên điều hòa trong không gian theo biến x với chu kì λ.

  Vậy: sóng vừa có tính tuần hoàn theo thời gian với chu kì T, vừa có tính tuần hoàn trong không gian với chu kì λ.

▽

7.6. Chọn câu đúng.

Sóng cơ là gì?

A. Là dao động đang lan truyền trong một môi trường.

B. Là dao động của mọi điểm trong một môi trường.

C. Là một dạng chuyển động đặc biệt của một môi trường.

D. Là sự truyền chuyển động trong một môi trường.

Hướng dẫn giải

Sóng là dao động đang lan truyền trong một môi trường.

Đáp án: A

7.7. Chọn câu đúng.

A. Sóng dọc là sóng truyền dọc theo một sợi dây.

B. Sóng dọc là sóng truyền theo phương thẳng đứng, còn sóng ngang là sóng truyền theo phương nằm ngang.

C. Sóng dọc là sóng trong đó, phương dao động (của các phần tử của môi trường) trùng với phương truyền.

D. Sóng dọc là sóng truyền theo trục tung, còn sóng ngang là sóng truyền theo trục hoành.

Hướng dẫn giải

Sóng dọc là sóng trong đó, phương dao động (của các phần tử của môi trường) trùng với phương truyền.

Đáp án: C

7.8. Trong thí nghiệm hình 7.1SGK, cần rung dao động với tần số 50 Hz. Ở một thời điểm t, người ta đo được đường kính 5 gợn sóng liên tiếp lần lượt bằng: 12,4; 14,3; 16,35; 18,3 và 20,45 cm. Tính tốc độ truyền sóng.

Hướng dẫn giải

Trong thí nghiệm trên, khoảng cách giữa hai gợn sóng liên tiếp là bước sóng λ. Vậy giá trị trung bình của bước sóng λ được tính bởi công thức:

$$\overline{\lambda} = \frac{(14{,}3-12{,}4)+(16{,}35-14{,}3)+(18{,}3-16{,}43)+(20{,}45-18{,}3)}{2.4} = \frac{20{,}45-12{,}4}{2.4}$$

$$\overline{\lambda} = 1{,}00625 \text{ cm}$$

Tốc độ truyền sóng bằng:

$$v = \overline{\lambda} \cdot f = 50{,}3125 \text{ cm/s} \approx 0{,}5 \text{ m/s}$$

***Đáp số:** $v = 0{,}5$ m/s*

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

7.9. Chọn câu trả lời đúng

Để phân loại sóng cơ học là sóng dọc hay sóng ngang người ta dựa vào:

A. mối liên hệ giữa phương dao động của các phần tử vật chất trong môi trường truyền sóng so với phương truyền sóng.

B. vận tốc dao động của các phần tử vật chất trong môi trường truyền sóng so với vận tốc truyền sóng.

C. sóng ngang là sóng có phương dao động của các phần tử vật chất trong môi trường luôn hướng theo phương nằm ngang.

D. sóng dọc là sóng có phương dao động của các phần tử vật chất trong môi trường luôn hướng theo phương thẳng đứng.

7.10. Chọn câu trả lời đúng

Một sóng cơ học phát ra từ một nguồn O lan truyền trên mặt nước với vận tốc v = 5 m/s. Người ta thấy hai điểm M, N gần nhau nhất trên mặt nước nằm trên cùng đường thẳng qua O và cách nhau 50 cm luôn dao động ngược pha nhau. Tần số sóng đó là:

A. 0,2 Hz B. 1,5 Hz C. 2,5 Hz D. 5 Hz

7.11. Một âm thoa ở đầu có gắn một mũi nhọn, mũi này tiếp xúc nhẹ với mặt một chất lỏng. Gõ nhẹ cho âm thoa rung động, thì thấy khoảng cách từ một gợn sóng đến gợn thứ 10 ở xa mũi nhọn hơn là 2 cm. tần số âm thoa là 100 Hz. Tính vận tốc truyền sóng.

7.12. Chọn câu trả lời đúng

Một sóng cơ học lan truyền trên một phương truyền sóng với vận tốc 1 m/s. Phương trình sóng của một điểm O trên phương truyền đó là:

$$u_0 = 6\cos\pi t \text{ (cm)}$$

Phương trình sóng tại một điểm M nằm sau O và cách O một khoảng 50cm là:

A. $u_M = 6\cos(\pi t - \frac{\pi}{2})$ (cm) B. $u_M = 6\cos(\pi t + \frac{\pi}{2})$ (cm)

C. $u_M = 6\cos(\pi t - \frac{\pi}{4})$ (cm) D. $u_M = 6\cos(\pi t + \frac{\pi}{4})$ (cm)

7.13. Chọn câu trả lời đúng

Một sóng cơ học lan truyền trong một môi trường vật chất tại một điểm cách nguồn x (m) có phương trình sóng: $u = 4\cos(\frac{\pi}{4}t - \frac{3\pi}{4}x)$ (cm)

Vận tốc truyền sóng trong môi trường đó có giá trị:

A. 3 m/s B. 1,5 m/s C. 1 m/s D. $\frac{1}{3}$ m/s

7.14. Một sóng cơ học được truyền từ O theo phương Oy với vận tốc v = 40 cm/s. Năng lượng sóng cơ bảo toàn khi truyền đi. Phương trình sóng tại O có dạng:

$$u_0 = 4\sin\frac{\pi}{2}t\ (cm)$$

a) Tính chu kì T và bước sóng λ.

b) Viết phương trình sóng tại một điểm M trên phương truyền sóng cách O một đoạn bằng d. Xác định d để dao động tại M cùng pha với dao động tại O.

c) Biết li độ của dao động tại M ở thời điểm t_0 là 2 cm. Xác định li độ tại điểm M sau đó 6s.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

7.9. ***A***

Để phân loại sóng cơ học là sóng dọc hay sóng ngang người ta dựa vào mối liên hệ giữa phương dao động của các phần tử vật chất trong môi trường truyền sóng so với phương truyền sóng.

7.10. ***D***

$$d_{min} = 50\text{ cm} \ ;\quad \Delta\varphi_{MN} = 2\pi\frac{d_{min}}{\lambda} = \pi\text{ rad}$$

$$\Rightarrow \lambda = 1\text{ m} \quad \Rightarrow \quad f = \frac{v}{\lambda} = 5\text{ Hz}$$

7.11.

Khoảng cách từ một gợn sóng đến gợn thứ 10 ở xa mũi nhọn hơn là 10λ. Tức là:

$$d = 10\lambda = 2\text{ cm} \Rightarrow \lambda = 0{,}2\text{ cm}$$

Vận tốc truyền sóng bằng: $v = \lambda . f = 0{,}2 . 100 = 20$ cm/s

Đáp số: v = 20 cm/s

7.12. ***A***

Phương trình sóng tại một điểm M sau O là:

$$u_M = 6\cos(\pi t - 2\pi\frac{OM}{\lambda})\ (cm)$$

$$OM = 50\text{ cm} \ ;\quad T = \frac{2\pi}{\omega} = 2s \ ;\quad \lambda = v . T = 2\text{ m};\ 2\pi\frac{OM}{\lambda} = \frac{\pi}{2}$$

$$\Rightarrow u_M = 6\cos(\pi t - \frac{\pi}{2})\ (cm)$$

7.13. ***D***

$$u = a\cos(\frac{2\pi}{T}t - 2\pi\frac{x}{\lambda})\ (cm) = 4\cos(\frac{\pi}{4}t - \frac{3\pi}{4}x)\ \ (cm)$$

$$\Rightarrow\ T = 8\text{ s}\ ;\ \lambda = \frac{8}{3}\text{ m}\quad \Rightarrow\quad v = \frac{\lambda}{T} = \frac{1}{3}\text{ m/s}$$

7.14.

a) Chu kì T và bước sóng λ : $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\frac{\pi}{2}} = 4\text{ s}$

$$\lambda = vT = 0{,}4\ .\ 4 = 1{,}6\text{ m}$$

b) Phương trình sóng tại một điểm M trên phương truyền sóng cách O một đoạn bằng d: $u_M = 4\sin\left(\frac{\pi}{2}t - 2\pi\frac{d}{\lambda}\right)$ (cm)

Điều kiện để dao động tại M cùng pha với dao động tại O:

$$\Delta\varphi_{OM} = 2\pi\frac{d}{\lambda} = 2k\pi\ ;\ \text{với } k \in Z\ \Rightarrow d = k\lambda$$

c) Theo đề: $u_M(t_0) = 4\sin\left(\frac{\pi}{2}t_0 - 2\pi\frac{d}{\lambda}\right) = 2\text{ cm}$

$$\Rightarrow \sin\left(\frac{\pi}{2}t_0 - 2\pi\frac{d}{\lambda}\right) = \frac{1}{2}\ \text{ và } \cos\left(\frac{\pi}{2}t_0 - 2\pi\frac{d}{\lambda}\right) = \pm\frac{\sqrt{3}}{2}\qquad (1)$$

Khi $t = t_0 + 6$ s:

$$u_M(t) = 4\sin\left[\frac{\pi}{2}(t_0 + 6) - 2\pi\frac{d}{\lambda}\right] = 4\sin\left[\left(\frac{\pi}{2}t_0 - 2\pi\frac{d}{\lambda}\right) + 3\pi\right]$$

$$\Rightarrow u_M(t) = 4\ .\left[\sin\left(\frac{\pi}{2}t_0 - 2\pi\frac{d}{\lambda}\right).\cos 3\pi + \sin 3\pi\ .\cos\left(\frac{\pi}{2}t_0 - 2\pi\frac{d}{\lambda}\right)\right]\qquad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra:

$$u_M(t) = 4\ .\frac{1}{2}\ .\ (-1) + 0\ .\left(\pm\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = -\ 2\text{ cm}$$

Li độ của dao động tại M ở thời điểm t_0 là 2 cm. Li độ tại điểm M sau đó 6s là $u_M = -\ 2$ cm.

Đáp số: a) $T = 4\text{ s}\ ,\ \lambda = 1{,}6\text{ m}$

b) $u_M = 4\sin\left(\frac{\pi}{2}t - 2\pi\frac{d}{\lambda}\right)$(cm); $d = k\lambda$; ***c)*** $u_M = -2$ cm

Bài 8 – SỰ GIAO THOA

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Định nghĩa

Hiện tượng giao thoa là hiện tượng hai sóng có cùng tần số, có hiệu pha không phụ thuộc vào thời gian khi gặp nhau tại một điểm có thể tăng cường nhau hoặc triệt tiêu nhau.

2. Nguồn kết hợp

Hai nguồn kết hợp là hai nguồn sóng có:

+ Cùng tần số.

+ Cùng pha hay có độ lệch pha không đổi theo thời gian.

Hai nguồn kết hợp cùng pha gọi là hai nguồn đồng bộ.

3. Sóng kết hợp

Sóng kết hợp là sóng do các nguồn kết hợp tạo ra. Hai sóng kết hợp phải thỏa điều kiện:

+ Cùng tần số.

+ Tại mỗi điểm mà hai sóng gặp nhau phải có độ lệch pha không đổi theo thời gian.

4. Phương trình giao thoa sóng

a) Phương trình giao thoa

Giả sử phương trình sóng tại hai nguồn kết hợp O_1, O_2 là:

$$u_1 = u_2 = a\cos\omega t$$

Xét một điểm M cách $d_1 = O_1M$, $d_2 = O_2M$.

Phương trình sóng tại M do O_1, O_2 truyền tới : coi a = const ,

$$u_{1M} = a\cos 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{d_1}{\lambda}\right)$$

$$u_{2M} = a\cos 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{d_2}{\lambda}\right)$$

- Phương trình sóng tổng hợp tại M :

$$u_M = u_{1M} + u_{2M} = 2a\cos\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda}\cos 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{d_2 + d_1}{2\lambda}\right)$$

$\Rightarrow$ *Dao động tại M vẫn là một dao động điều hòa chu kì T*

- Biên độ sóng tổng hợp tại M :

$$A = 2a\left|\cos\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda}\right| = 2a_M\left|\cos\pi\frac{\Delta\varphi}{2}\right|$$

A = phụ thuộc vào vị trí của điểm M.

- Dao động tại M trễ pha so với dao động tại hai nguồn một lượng:

$$2\pi\frac{d_2 + d_1}{2\lambda}$$

b) Độ lệch pha của hai sóng từ hai nguồn truyền tới tại M

$$\Delta\varphi = 2\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda}$$

- *Điểm có biên độ tổng hợp cực đại A = A_{max} khi:*

$$\left|\cos\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda}\right| = 1 \text{ tức } \Delta\varphi = 2k\pi\text{ ; k = số nguyên.}$$

$$\Rightarrow d_2 - d_1 = k\lambda$$

- *Điểm có biên độ tổng hợp cực tiểu A = A_{min} (hay triệt tiêu) khi :*

$$\left|\cos\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda}\right| = 0 \text{ tức } \Delta\varphi = (2k+1)\pi\text{ ; k = số nguyên.}$$

$$\Rightarrow d_2 - d_1 = (k + \frac{1}{2})\lambda$$

- *Để tìm số cực đại giao thoa N (*hay số bụng sóng trong khoảng cách giữa hai nguồn O_1,O_2) dựa vào điều kiện:

  $$-S_1S_2 < d_2 - d_1 < S_1S_2$$

  Trong đó $d_2 - d_1$ thỏa điều kiện $\Delta\varphi = 2k\pi$

- *Để tìm số cực tiểu giao thoa N'*(hay số nút sóng trong khoảng cách giữa hai nguồn O_1, O_2)

  $$-S_1S_2 < d_2 - d_1 < S_1S_2$$

  Trong đó $d_2 - d_1$ thỏa điều kiện $\Delta\varphi = (2k+1)\pi$

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Những điểm nào trên hình 8.3SGK biểu diễn chỗ hai sóng gặp nhau triệt tiêu nhau? Tăng cường lẫn nhau?

Trả lời

- Điểm biểu diễn chỗ hai sóng gặp nhau triệt tiêu nhau khi độ lệch pha của hai sóng đi từ hai nguồn S_1, S_2 tới điểm đó ngược pha nhau hay hiệu đường từ hai nguồn S_1, S_2 tới điểm đó là một số lẻ lần nửa bước sóng, tức là thỏa:

  $$\Delta\varphi = (2k+1)\pi\text{ ; k = số nguyên.}$$

  $$d_2 - d_1 = (k + \frac{1}{2})\lambda$$

- Điểm biểu diễn chỗ hai sóng gặp nhau tăng cường nhau khi độ lệch pha của hai sóng đi từ hai nguồn S_1, S_2 tới điểm đó cùng pha nhau hay hiệu đường từ hai nguồn S_1, S_2 tới điểm đó là một số nguyên lần bước sóng, tức là thỏa:

$$\Delta\varphi = 2k\pi \text{ ; } k = \text{số nguyên.}$$

$$d_2 - d_1 = k\lambda$$

C2. Các công thức (8.2) và (8.3) SGK chỉ đúng trong trường hợp nào?

Trả lời

Các công thức (8.2) và (8.3) SGK chỉ đúng trong trường hợp hai nguồn kết hợp S_1, S_2 cùng pha.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

?

8.1. Hiện tượng giao thoa của sóng là gì?

Trả lời

Hiện tượng giao thoa là hiện tượng hai sóng có cùng tần số, có hiệu pha không phụ thuộc vào thời gian khi gặp nhau tại một điểm có thể tăng cường nhau hoặc triệt tiêu nhau.

8.2. Nêu công thức để xác định vị trí các cực đại giao thoa.

Trả lời

Công thức để xác định vị trí các cực đại giao thoa:

$$d_2 - d_1 = k\lambda\text{; } k = \text{số nguyên.}$$

8.3. Nêu công thức để xác định vị trí các cực tiểu giao thoa.

Trả lời

Công thức để xác định vị trí các cực tiểu giao thoa:

$$d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda\text{; } k = \text{số nguyên.}$$

8.4. Nêu điều kiện giao thoa.

Trả lời

Điều kiện giao thoa sóng là phải có sự gặp nhau của hai hay nhiều sóng kết hợp.

Sóng kết hợp là sóng do các nguồn kết hợp tạo ra. Hai sóng kết hợp phải thỏa điều kiện:

+ Cùng tần số.

+ Tại mỗi điểm mà hai sóng gặp nhau phải có độ lệch pha không đổi theo thời gian.

▼

8.5. Chọn câu đúng

Hiện tượng giao thoa là hiện tượng:

A. giao nhau của hai sóng tại một điểm trong môi trường.

B. tổng hợp của hai dao động.

C. tạo thành các gợn lồi lõm.

D. hai sóng khi gặp nhau có những điểm chúng luôn tăng cường nhau, có những điểm chúng luôn triệt tiêu nhau.

Hướng dẫn giải

Hiện tượng giao thoa là hiện tượng hai sóng khi gặp nhau có những điểm chúng luôn tăng cường nhau, có những điểm chúng luôn triệt tiêu nhau.

Đáp án: D

8.6. Chọn câu đúng

Hai nguồn kết hợp là hai nguồn có:

A. cùng biên độ.

B. cùng tần số.

C. cùng pha ban đầu.

D. cùng tần số và hiệu số pha không đổi theo thời gian.

Hướng dẫn giải

Hai nguồn kết hợp là hai nguồn có cùng tần số, có hiệu số pha không đổi theo thời gian.

Đáp án: D

8.7. Trong thí nghiệm hình 8.1SGK, vận tốc truyền sóng là 0,5 m/s, cần rung có tần số 40 Hz. Tính khoảng cách giữa các đỉnh hai hyperbol cùng loại liên tiếp trên hình 8.2SGK.

Hướng dẫn giải

Theo tính chất của giao thoa sóng, khoảng cách d giữa các đỉnh hai hyperbol cùng loại liên tiếp trên hình 8.2SGK cách nhau $\frac{\lambda}{2}$. Do đó:

$$d = \frac{\lambda}{2} = \frac{v}{2f} = 6{,}25.10^{-3}\ \text{m} = 6{,}25\ \text{mm}$$

Đáp số: d = 6,25 mm

8.8. Trong thí nghiệm hình 8.1SGK, khoảng cách giữa hai điển S_1, S_2 là a = 11 cm. Cho cần rung ta thấy hai điểm S_1, S_2 gần như đứng yên và giữa chúng còn 10 điểm đứng yên không dao động. Biết tần số của cần rung là 26 Hz, hãy tính vận tốc truyền của sóng.

Hướng dẫn giải

Theo tính chất của giao thoa sóng, khoảng cách giữa các điểm đứng yên liên tiếp cách nhau $\frac{\lambda}{2}$.

Theo đề, hai điểm S_1, S_2 gần như đứng yên và giữa chúng còn 10 điểm đứng yên không dao động, thì khoảng cách:

$$S_1S_2 = a = 11.\frac{\lambda}{2} = 11\ \text{cm}$$

Bước sóng bằng: $\lambda = 2$ cm

Vận tốc truyền của sóng bằng: $v = \lambda\ .\ f = 52$ cm/s

Đáp số: v = 52 cm/s

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

8.9. Chọn câu trả lời đúng

Trong hiện tượng giao thoa sóng của hai nguồn kết hợp. Hai điểm liên tiếp nằm trên đoạn thẳng nối hai nguồn trong môi trường truyền sóng là cực đại giao thoa thì cách nhau một khoảng:

A. $\frac{\lambda}{4}$ B. $\frac{\lambda}{2}$ C. λ D. 2λ

8.10. Chọn câu trả lời đúng

Trong hiện tượng giao thoa sóng, hai nguồn kết hợp A và B dao động với cùng tần số, cùng biên độ a và cùng pha ban đầu, các điểm nằm trên đường trung trực của AB:

A. có biên độ sóng tổng hợp bằng a.

B. có biên độ sóng tổng hợp bằng $\frac{a}{2}$.

C. có biên độ sóng tổng hợp bằng 2a.

D. đứng yên không dao động.

8.11. Chọn câu trả lời đúng

Trong một thí nghiệm về giao thoa sóng trên mặt nước, hai nguồn kết hợp A và B dao động với cùng tần số f = 50 Hz, cùng biên độ và cùng pha ban đầu. Tại một điểm M cách hai nguồn sóng đó những khoảng lần lượt là d_1 = 41 cm và d_2 = 52 cm, sóng có biên độ triệt tiêu. Biết vận tốc truyền sóng trên mặt nước là 1 m/s. Số đường cực đại giao thoa nằm trong khoảng M và đường trung trực của hai nguồn (không tính đường trung trực) là:

A. 2 đường B. 3 đường C. 4 đường D. 5 đường

8.12. Biên độ dao động tại các điểm ứng với $d_2 - d_1 = (k + \frac{1}{2}).\frac{\lambda}{2}$ là bao nhiêu?

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

8.9. ***B***

Trong hiện tượng giao thoa sóng của hai nguồn kết hợp. Hai điểm liên tiếp nằm trên đoạn thẳng nối hai nguồn trong môi trường truyền sóng là cực đại giao thoa thì cách nhau một khoảng $\frac{\lambda}{2}$.

8.10. ***C***

Giả sử phương trình sóng tại hai nguồn kết hợp A , B là:

$$u_1 = u_2 = a\sin\omega t$$

Xét một điểm M cách d_1 = AM , d_2 = BM. Coi biên độ sóng a không thay đổi. Biên độ sóng tổng hợp tại M là:

$$A = 2a\left|\cos\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda}\right|$$

Các điểm nằm trên đường trung trực của AB có $d_1 = d_2 \Rightarrow A = 2a$.

8.11. ***D***

$$\lambda = \frac{v}{f} = 2 \text{ cm}$$

Tại điểm M cách hai nguồn sóng đó những khoảng lần lượt là $d_1 = 41$ cm và $d_2 = 52$ cm, sóng có biên độ triệt tiêu, do đó:

$$d_2 - d_1 = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \Rightarrow k = \frac{1}{2}\left[\frac{2(d_2 - d_1)}{\lambda} - 1\right] = 5$$

⇒ Số đường cực đại giao thoa nằm trong khoảng M và đường trung trực của hai nguồn là: $N = k = 5$

8.12.

Biên độ dao động tổng hợp tại một điểm M bất kì cách hai nguồn kết hợp là d_1, d_2 là : $A = 2a\left|\cos\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda}\right|$

Trường hợp $d_2 - d_1 = (k + \frac{1}{2}).\frac{\lambda}{2}$: $A = 2a\left|\cos(k + \frac{1}{2})\frac{\pi}{2}\right| = a\sqrt{2}$

⇒ Biên độ dao động tại các điểm ứng với $d_2 - d_1 = (k + \frac{1}{2}).\frac{\lambda}{2}$ là $a\sqrt{2}$

Bài 9 – SÓNG DỪNG

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

I. Sự phản xạ của sóng

1. Phản xạ của sóng trên vật cản cố định

Phản xạ của sóng trên *đầu dây (hay một vật cản) cố định*, sóng phản xạ luôn ngược pha với sóng tới ở điểm phản xạ hay gọi là phản xạ có đổi dấu.

2. Phản xạ của sóng trên vật cản tự do

Phản xạ của sóng trên *đầu dây (hay một vật cản) tự do*, sóng phản xạ luôn cùng pha với sóng tới ở điểm phản xạ hay gọi là phản xạ không đổi dấu.

II. Sự giao thoa của sóng tới và sóng phản xạ – Sóng dừng

Xét trường hợp giao thoa của sóng tới và sóng phản xạ trên một sợi dây chiều dài l. Giả sử phương trình sóng tới ở đầu A là:

$$u_A = a\cos\omega t$$

1. Phản xạ có đổi dấu

- Phương trình giao thoa của sóng tới và sóng phản xạ (phương trình sóng tổng hợp) tại một điểm M trên dây cách vật cản cố định một khoảng d là:

$$u_M = 2a\cos\left(2\pi\frac{d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right).\cos 2\pi\left[\frac{t}{T} - \frac{l + \frac{\lambda}{4}}{\lambda}\right]$$

- Biên độ dao động tổng hợp tại M:

$$a_M = 2a\left|\cos\left(2\pi\frac{d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right)\right|$$

- Điều kiện M là nút sóng: $a_M = 0$

$$\cos\left(2\pi\frac{d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right) = 0 \Rightarrow 2\pi\frac{d}{\lambda} + \frac{\pi}{2} = (k + \frac{1}{2})\pi$$

$$\Rightarrow d = k\frac{\lambda}{2} \quad \text{với } k = 0, 1, 2, \ldots$$

- Điều kiện M là bụng sóng: $a_M = 2a$

$$\cos\left(2\pi\frac{d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right) = \pm 1 \Rightarrow 2\pi\frac{d}{\lambda} + \frac{\pi}{2} = k\pi$$

$$\Rightarrow d = k\frac{\lambda}{2} - \frac{\lambda}{4} \quad \text{với } k = 0, 1, 2, \ldots$$

2. *Phản xạ không đổi dấu*

- Phương trình giao thoa của sóng tới và sóng phản xạ (phương trình sóng tổng hợp) tại một điểm M trên dây cách vật cản tự do một khoảng d là:

$$u_M = 2a\cos 2\pi\frac{d}{\lambda} . \cos 2\pi\left[\frac{t}{T} - \frac{l}{\lambda}\right]$$

- Điều kiện M là nút sóng: $a_M = 0$

$$\cos 2\pi\frac{d}{\lambda} = 0 \Rightarrow 2\pi\frac{d}{\lambda} = (k + \frac{1}{2})\pi$$

$$\Rightarrow d = (k + \frac{1}{2}).\frac{\lambda}{2} \quad \text{với } k = 0, 1, 2, \ldots$$

- Điều kiện M là bụng sóng: $a_M = 2a$

$$\cos 2\pi\frac{d}{\lambda} = \pm 1 \Rightarrow 2\pi\frac{d}{\lambda} = k\pi$$

$$\Rightarrow d = k\frac{\lambda}{2} \quad \text{với } k = 0, 1, 2, \ldots$$

3. *Sóng dừng*

a) *Định nghĩa*

Sóng có các nút và bụng sóng cố định trong không gian gọi là sóng dừng.

Sóng dừng là trường hợp đặc biệt của giao thoa sóng: là sự giao thoa của hai sóng kết hợp truyền ngược chiều nhau trên cùng một phương truyền sóng.

b) *Tính chất*

- Khoảng cách giữa hai nút sóng hay giữa hai bụng sóng bất kì

$$d_{BB} = d_{NN} = k\frac{\lambda}{2}, \text{ k = số nguyên}$$

- Khoảng cách giữa một nút sóng với một bụng sóng bất kì:

$$d_{NB} = (2k + 1)\frac{\lambda}{4}, \text{ k = số nguyên}$$

c) *Điều kiện sóng dừng*

- Điều kiện sóng dừng hai đầu cố định (nút) hay hai đầu tự do (bụng sóng):

$$l = k\frac{\lambda}{2}; \text{ k = số bó sóng}$$

- Điều kiện sóng dừng một đầu cố định (nút sóng) và một đầu tự do (bụng sóng):

$$l = (2k + 1)\frac{\lambda}{4}, \text{ k = số bó sóng}$$

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Trong thí nghiệm trên hình 9.1SGK, vật cản ở đây là gì?

Trả lời

Trong thí nghiệm trên hình 9.1SGK, vật cản là bức tường.

C2. Trong thí nghiệm trên hình 9.2SGK, vật cản ở đây là gì?

Trả lời

Trong thí nghiệm trên hình 9.2SGK, vật cản là đầu dây tự do.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

?

9.1. Sự phản xạ của sóng trên vật cản cố định có đặc điểm gì?

Trả lời

Nếu vật cản cố định thì tại điểm phản xạ, sóng phản xạ luôn ngược pha với sóng tới và triệt tiêu nhau.

9.2. Sự phản xạ của sóng trên vật cản tự do có đặc điểm gì?

Trả lời

Nếu vật cản tự do thì tại điểm phản xạ, sóng phản xạ luôn cùng pha với sóng tới và tăng cường lẫn nhau.

9.3. Sóng dừng được tạo thành vì nguyên nhân gì?

Trả lời

Sóng dừng là trường hợp đặc biệt của giao thoa sóng, đó là sự giao thoa của hai sóng kết hợp truyền ngược chiều nhau trên cùng một phương truyền sóng.

9.4. Nút dao động, bụng dao động là gì?

Trả lời

- *Nút dao động (nút sóng):* là các điểm luôn đứng yên không dao động hay có biên độ tổng hợp triệt tiêu.
- *Bụng dao động (bụng sóng):* là các điểm luôn dao động với biên độ tổng hợp cực đại.

9.5. Nêu điều kiện sóng dừng trên một sợi dây có hai đầu cố định.

Trả lời

Điều kiện sóng dừng trên một sợi dây chiều dài l có hai đầu cố định:

$$l = n\frac{\lambda}{2}\text{; với } n = 1,2,3...$$

9.6 Nêu điều kiện sóng dừng trên một sợi dây có một đầu cố định, một đầu tự do.

Trả lời

Điều kiện sóng dừng trên một sợi dây chiều dài l có một đầu cố định, một đầu tự do: $l = (2n + 1)\frac{\lambda}{4}$; với n = 1,2,3...

▽

9.7. Chọn câu đúng

Tại điểm phản xạ thì sóng phản xạ:

A. luôn ngược pha với sóng tới.

B. ngược pha với sóng tới nếu vật cản là cố định.

C. ngược pha với sóng tới nếu vật cản là tự do.

D. cùng pha với sóng tới nếu vật cản là cố định.

Hướng dẫn giải

Tại điểm phản xạ thì sóng phản xạ ngược pha với sóng tới nếu vật cản là cố định.

Đáp án: B

9.8. Trong hệ sóng dừng trên một sợi dây, khoảng cách giữa hai nút hay hai bụng liên tiếp bằng:

A. một bước sóng.

B. hai bước sóng.

C. một phần tư bước sóng.

D. một nửa bước sóng.

Hướng dẫn giải

Trong hệ sóng dừng trên một sợi dây, khoảng cách khoảng cách giữa hai nút hay hai bụng liên tiếp bằng một nửa bước sóng.

Đáp án: D

9.9. Một sợi dây dài 0,6 m hai đầu cố định dao động với một bụng duy nhất (ở giữa dây).

a) Tính bước sóng λ của sóng trên dây.

b) Nếu dây dao động với ba bụng thì bước sóng là bao nhiêu?

Hướng dẫn giải

a) Sợi dây có hai đầu cố định dao động với một bụng duy nhất thì chiều dài dây L thỏa điều kiện: $L = \frac{\lambda}{2}$

Bước sóng λ của sóng trên dây bằng:

$$\lambda = 2L = 2 . 0,6 = 1,2 \text{ m}$$

b) Nếu dây dao động với ba bụng thì bước sóng thỏa điều kiện: $L = 3.\frac{\lambda}{2}$

Bước sóng λ của sóng trên dây khi đó bằng: $\lambda = \frac{2L}{3} = \frac{2.0,6}{3} = 0,4 \text{ m}$

Đáp số: a) $\lambda = 1,2$ m; b) $\lambda = 0,4$ m

9.10. Trên một sợi dây dài 1,2 m căng ngang có một hệ sóng dừng. Kể cả hai đầu dây thì trên dây có tất cả 4 nút. Biết vận tốc truyền sóng trên dây là 80 m/s. Tính tần số dao động của dây.

Hướng dẫn giải

Áp dụng điều kiện sóng dừng hai đầu là nút sóng, ta có: $l = k.\frac{\lambda}{2} = k.\frac{v}{2f}$

Trên dây có 4 nút sóng, kể cả hai nút ở hai đầu A, B $\Rightarrow k = 3$ bó sóng

Tần số sóng bằng: $f = \frac{kv}{2l} = \frac{3.80}{2.1,2} = 100 \text{ Hz}$

Đáp số: f = 100 Hz

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

9.11. Chọn câu trả lời đúng

Một sợi dây đàn có chiều dài L = 2 m, hai đầu cố định. Sóng dừng trên dây có bước sóng dài nhất là:

A. 0,5 m B. 1 m C. 2 m D. 4 m

9.12. Chọn câu trả lời đúng

Một quả cầu có khối lượng m, gắn vào đầu một lò xo có độ cứng k treo thẳng đứng. Quả cầu được nối vào đầu A của một sợi dây AB dài *l*, căng ngang. Cho quả cầu dao động điều hòa với biên độ a = 3 cm. Trên dây có hiện tượng sóng dừng. Bề rộng của một bụng sóng là:

A. 1,5 cm B. 3 cm C. 6 cm D. 12 cm

9.13. Chọn câu trả lời đúng

Một dây AB treo lơ lửng, đầu A gắn vào một nhánh của âm thoa đang dao động với tần số $f = 100$ Hz. Biết khoảng cách từ B đến nút dao động thứ tư kể từ B là 14 cm. Vận tốc truyền sóng trên dây là:

A. 7 m/s B. 8 m/s C. 9 m/s D. 14 m/s

9.14. Một sợi dây cao su dài 3 m, một đầu cố định, đầu kia cho dao động với tần số 2 Hz. Khi đó ở trên dây có sóng dừng với 5 nút sóng, kể cả hai nút ở hai đầu dây. Biết lực căng dây là 0,36 N và vận tốc truyền sóng trên dây liên hệ với lực căng dây bởi công thức $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$; với μ : khối lượng dây trên một đơn vị chiều dài. Tính khối lượng của dây.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

9.11. *D*

Sóng dừng trên dây có bước sóng dài nhất khi trên dây chỉ có 1 bó sóng. Tức là chiều dài dây L thỏa: $L = \frac{\lambda_{max}}{2} \Rightarrow \lambda_{max} = 2L = 4$ m

9.12. *D*

Bụng sóng dừng là vị trí có biên độ sóng tổng hợp đạt cực đại $\mathcal{A}_{max}$ =2a. Vậy bề rộng của một bụng sóng là: $\mathcal{B} = 2\mathcal{A}_{max} = 4a = 12$ cm

9.13. *B*

Khoảng cách từ B đến nút dao động thứ tư kể từ B là:

$$l = (2k+1)\frac{\lambda}{4} = 7.\frac{\lambda}{4} = 14 \text{ cm; với } k = 4 - 1 = 3 \text{ bó sóng}$$

$$\Rightarrow \lambda = 8 \text{ cm; } v = \lambda.f = 8 \text{ m/s}$$

9.14. Điều kiện sóng dừng trên dây chiều dài dây l khi cả hai đầu dây A, B đều là nút sóng: $l = k\frac{\lambda}{2} = k\frac{v}{2f}$

với: $k = 5 - 1 = 4$ bó sóng

Vận tốc truyền sóng trên dây là: $v = \frac{2fl}{k} = 3$ m/s

Mặt khác: $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow$ Khối lượng dây trên một đơn vị chiều dài là:

$$\mu = \frac{F}{v^2} = 0{,}04 \text{ kg} = 40 \text{ g}$$

Khối lượng dây là: $m = \mu l = 120$ g

Đáp số: m = 120 g

Bài 10 – ĐẶC TRƯNG VẬT LÍ CỦA ÂM THANH

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

I. Bản chất vật lí của âm thanh

1. Định nghĩa sóng âm

Là những sóng cơ học truyền trong môi trường vật chất, có tần số trong khoảng từ 16 Hz đến 2.10^4 Hz và gây cảm giác âm đối với tai người.

2. Tần số âm

Tần số dao động của vật phát ra một âm thanh cũng gọi là tần số của âm đó.

3. Nguồn âm thanh

- Các vật có thể phát được âm thanh đều gọi là nguồn âm.
- Khi có một âm thanh phát ra, thì trong nguồn phải có một vật gì đó dao động, tức là âm thanh là một hiện tượng dao động.
- Có hai loại nguồn âm: nguồn nhạc âm và nguồn tiếng động.

+ Nhạc âm: là các âm có tần số xác định.

Ví dụ: tiếng đàn, tiếng hát...

+ Tiếng động: là các âm có tần số không xác định.

Ví dụ: tiếng máy nổ, tiếng búa đập trên đe...

4. Hạ âm và siêu âm

➢ *Giống nhau*

Về bản chất sóng âm, hạ âm và siêu âm đều là sóng cơ học dọc lan truyền trong môi trường vật chất.

➢ *Khác nhau*

– Về tần số:

+ *Sóng âm:* là những sóng cơ học có tần số $16\ \text{Hz} < f < 2.10^4$ Hz.

+ *Hạ âm:* là những sóng cơ học có tần số $f < 16$ Hz.

+ *Siêu âm :* là những sóng cơ học có tần số $f > 2.10^4$ Hz.

– Về khả năng cảm nhận của tai người:

Tai người chỉ cảm nhận được sóng âm; không cảm nhận được hạ âm và siêu âm.

II. Sự truyền âm

1. Môi trường truyền âm thanh

Âm thanh truyền được qua các môi trường khí, lỏng, rắn nhưng không truyền được qua chân không.

Sóng âm là sóng dọc truyền trong các môi trường đàn hồi.

2. Vận tốc truyền âm

Trong mỗi môi trường âm thanh truyền với một vận tốc xác định.

III. Đặc trưng vật lí của âm thanh

1. Áp suất của âm thanh

Biên độ của độ biến thiên áp suất Δp tại mỗi điểm của môi trường mà sóng âm truyền qua gọi là áp suất của âm thanh.

Đơn vị: N/m^2 hay paxcan.

2. Cường độ âm I

Là năng lượng âm truyền qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với phương truyền âm, trong một đơn vị thời gian.

$$I = \frac{W}{S.t} = \frac{P}{S} \text{ (Đơn vị : } W/m^2\text{) ; } P = \text{công suất âm.}$$

- *Ngưỡng nghe:* là cường độ âm nhỏ nhất mà tai người còn có thể nghe rõ. Ngưỡng nghe phụ thuộc vào tần số âm. Âm có tần số từ 1.000 Hz – 5.000 Hz, ngưỡng nghe khoảng 10^{-12} W/m^2.
- *Ngưỡng đau:* là cường độ âm cực đại mà tai người còn có thể nghe được nhưng có cảm giác đau nhức. Đối với mọi tần số âm ngưỡng đau ứng với cường độ âm 10 W/m^2.
- *Miền nghe được:* là miền nằm giữa ngưỡng nghe và ngưỡng đau.

3. Mức cường độ âm L

$$L\ (B) = \lg \frac{I}{I_0} \text{ hay } L\ (dB) = 10 \lg \frac{I}{I_0}$$

Với $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2 = cường độ âm chuẩn ; I = cường độ âm tại điểm đang xét.

Đơn vị: Ben (B) hay Đềxiben (dB)

4. Âm cơ bản và họa âm

- Một nhạc cụ hay người khi phát một âm có tần số f_0, thì đồng thời cũng phát ra các âm có tần số $2f_0$, $3f_0$ .... là âm được biểu diễn theo thời gian có dạng hình sin. Âm có tần số f_0 là âm cơ bản hay là họa âm thứ nhất. Các âm có tần số $2f_0$, $3f_0$... là họa âm thứ 2, thứ 3...
- Biên độ của các họa âm lớn nhỏ khác nhau tùy thuộc vào nhạc cụ. Tập hợp các họa âm tạo thành *phổ của nhạc âm* đó.
- Tổng hợp dao của tất cả các họa âm trong một nhạc âm gọi là *đồ thị dao động* của nhạc âm đó.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Hãy chỉ ra các bộ phận dao động phát âm trong các dụng cụ trên các hình 10.1; 10.2 và 10.3SGK.

Trả lời

Các bộ phận dao động phát âm trong các dụng cụ trên các hình:

- Hình 10.1SGK: khi gảy đàn, dây đàn dao động (rung) phát ra âm thanh.
- Hình 10.2SGK: khi thổi một luồng khí qua miệng ống sáo, thân ống sáo sẽ rung lên (dao động) và phát ra âm thanh.
- Hình 10.3SGK: cái âm thoa khi dao động phát ra âm thanh.

C2. Trong thí nghiệm trên hình 10.5SGK, thật ra lúc trong chuông là chân không hoàn toàn, ta vẫn còn nghe thấy tiếng chuông reo rất nhỏ. Giải thích thế nào và chứng minh cách giải thích đó như thế nào?

Trả lời

Lúc trong chuông là chân không hoàn toàn, ta vẫn còn nghe thấy tiếng chuông điện reo rất nhỏ là vì chuông điện còn được đặt tiếp xúc trên đế rắn là môi trường có thể truyền âm ra bên ngoài.

Để kiểm chứng điều này, ta treo chuông điện lơ lửng trong chuông chân không, khi đó ta sẽ không nghe được tiếng chuông reo nữa.

C3. Hãy nêu một vài dẫn chứng chứng tỏ rằng âm truyền với một tốc độ hữu hạn.

Trả lời

Dẫn chứng chứng tỏ rằng âm truyền với một tốc độ hữu hạn:

- Trong hiện tượng sấm sét, bao giờ ta cũng quan sát thấy ánh chớp trước khi nghe tiếng sấm, sét.
- Hiện tượng tiếng vang khi âm thanh đập vào vách núi, hang động ...bao giờ cũng có sau âm phát ra.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

10.1. Hạ âm và siêu âm có cùng bản chất không?

Trả lời

Hạ âm và siêu âm có cùng bản chất, chúng chỉ khác nhau về tần số:

+ *Hạ âm:* là những sóng cơ học có tần số $f < 16$ Hz.

+ *Siêu âm:* là những sóng cơ học có tần số $f > 2.10^4$ Hz.

10.2. Sóng âm là gì?

Trả lời

Sóng âm là những sóng cơ học truyền trong môi trường vật chất, có tần số trong khoảng từ 16 Hz đến 2.10^4 Hz và gây cảm giác âm đối với tai người.

10.3. Nhạc âm là gì?

Trả lời

Nhạc âm: là các âm có tần số xác định.

Ví dụ: tiếng đàn, tiếng hát..

10.4. Trong ba môi trường rắn, lỏng, khí âm thanh truyền nhanh nhất trong môi trường nào, chậm nhất trong môi trường nào?

Trả lời

Âm thanh truyền nhanh nhất trong môi trường rắn; chậm nhất trong môi trường khí.

10.5. Cường độ âm thanh được đo bằng gì?

Trả lời

Cường độ âm thanh được đo bằng năng lượng âm truyền qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với phương truyền âm, trong một đơn vị thời gian.

$$I = \frac{W}{S.t} = \frac{P}{S}$$ (Đơn vị : W/m^2) ; P = công suất âm.

▽

10.6. Chọn câu trả lời đúng

Siêu âm là âm thanh:

A. có tần số lớn hơn tần số âm thanh thông thường.

B. có cường độ rất lớn.

C. có tần số trên 20 000 Hz.

D. truyền trong mọi môi trường nhanh hơn âm thanh thông thường.

Hướng dẫn giải

Siêu âm là âm thanh có tần số trên 20 000 Hz.

Đáp án: C

10.7. Chọn câu trả lời đúng

Cường độ âm thanh được đo bằng:

A. oát trên mét vuông. B. oát

C. niutơn trên mét vuông. D. niutơn trên mét.

Hướng dẫn giải

Cường độ âm thanh được đo bằng oát trên mét vuông (W/m^2).

Đáp án: A

10.8. Một lá thép rung động với chu kì T = 80 ms. Âm thanh do nó phát ra có nghe được không?

Hướng dẫn giải

Tần số âm do lá thép phát ra là:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{80.10^{-3}} = 12{,}5\ \text{Hz} < 16\ \text{Hz} \Rightarrow \text{Hạ âm}$$

Vậy âm thanh do lá thép phát ra không nghe được.

10.9. Một siêu âm có tần số 1 MHz. Sử dụng bảng 10.1SGK, hãy tính bước sóng của siêu âm ấy trong không khí ở 0^0C và trong nước ở 15^0C.

Hướng dẫn giải

Bước sóng được tính bởi công thức:

$$\lambda = v.f$$

Trong không khí ở 0^0C:

$$v_{kk} = 331 \text{ m/s} \Rightarrow \lambda_{kk} = \frac{v_{kk}}{f} = \frac{331}{10^6} = 3,31 \,.\, 10^{-4} \text{ m}$$

Trong nước ở 15^0C:

$$v_n = 1500 \text{ m/s} \Rightarrow \lambda_n = \frac{v_n}{f} = \frac{1500}{10^6} = 1,5.10^{-3} \text{ m}$$

Đáp số: $\lambda_{kk} = 3,31.10^{-4}$ ***m;*** $\lambda_n = 1,5.10^{-3}$ ***m***

10.10. Để đo vận tốc âm thanh trong gang, nhà vật lí Pháp Bi–ô đã dùng một ống bằng gang dài 951,25 m. Một người đập một nhát búa vào một đầu ống gang, một người ở đầu kia nghe thấy hai tiếng gõ, một truyền qua gang và một truyền qua không khí trong ống gang; hai tiếng ấy cách nhau 2,5 s. Biết vận tốc âm thanh trong không khí là 340 m/s, hãy tính vận tốc âm thanh trong gang.

Hướng dẫn giải

Thời gian âm truyền trong không khí là: $t_1 = \frac{s}{v_1} = \frac{951,25}{340} \approx 2,7978 \text{ s}$

Vận tốc truyền âm trong gang lớn hơn trong không khí. Do đó thời gian âm truyền trong gang là:

$$t_2 = t_1 - 2,5 = 2,7978 - 2,5 = 0,2978 \text{ s}$$

Vận tốc truyền âm trong gang là: $v_2 = \frac{s}{t_2} \approx 3194 \text{ m/s}$

Đáp số: $v_2 = 3194$ ***m/s***

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

10.11. Chọn câu trả lời đúng

Âm thanh:

A. Chỉ truyền được trong chất khí.

B. Chỉ truyền được trong chất lỏng và chất khí.

C. Chỉ truyền được trong chất rắn, chất lỏng và chất khí.

D. Truyền được trong chất rắn, chất lỏng, chất khí và cả chân không.

10.12. Chọn câu trả lời đúng

Một nguồn âm dìm trong một chất lỏng có tần số f. Hai điểm gần nhau nhất trên phương truyền sóng cách nhau 20 cm luôn lệch pha nhau 60^0. Khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền âm dao động cùng pha nhau là:

A. 1,2 m B. 0,6 m C. 0,4 m D. 0,2 m

10.13. Chọn câu trả lời đúng

Mức cường độ âm tại một điểm trong môi trường truyền âm là 90 dB. Biết cường độ âm chuẩn là $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2. Cường độ âm tại điểm đó bằng:

A. 10 W/m^2 B. 10^{-3} W/m^2 C. 10^3 W/m^2 D. 10^{-21} W/m^2

10.14. Mức cường độ âm do một nguồn âm S gây ra tại một điểm M là L. Nếu tiến thêm một khoảng d = 50 m thì mức cường độ âm tăng thêm 10 dB. Tính khoảng cách SM.

10.15. Một nguồn âm được coi như một nguồn điểm có công suất 0,5 W. Tính mức cường độ âm tại một điểm cách nguồn 5 m.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

10.11. *C*

Âm thanh truyền được trong chất rắn và chất lỏng và chất khí.

10.12. *B*

$$d_{min} = 20 \text{ cm} \ ; \quad \Delta\varphi = 2\pi \frac{d_{min}}{\lambda} = \frac{\pi}{3}$$

$$\Rightarrow \lambda = 6d_{min} = 6 \ . \ 0{,}2 = 1{,}2 \text{ m}$$

10.13. *B*

Mức cường độ âm tại điểm đó là:

$$L(dB) = 10\lg\frac{I}{I_0} = 90 \text{ dB} \Rightarrow I = 10^9 I_0 = 10^{-3} \text{ W/m}^2$$

10.14. Cường độ âm tại một điểm M cách nguồn âm S một khoảng d_1 = SM là:

$$I_1 = \frac{P}{S_1} = \frac{P}{4\pi d_1^{\,2}}$$

Nếu tiến thêm một khoảng d = 50 m thì mức cường độ âm tăng thêm 10 dB ⇒ phải tiến lại gần nguồn S. Ta có:

$$d_2 = d_1 - d = d_1 - 50; \ I_2 = \frac{P}{S_2} = \frac{P}{4\pi d_2^{\,2}}$$

$$\Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{d_1^2}{d_2^2} = \frac{d_1^2}{(d_1 - 50)^2} \qquad (1)$$

Mặt khác: $L_1 = 10\lg\frac{I_1}{I_0}$; $L_2 = 10\lg\frac{I_2}{I_0}$

$I_0 = 10^{-12}$ W/m² = cường độ âm chuẩn.

$$\Rightarrow \Delta L = L_2 - L_1 = 10\left(\lg\frac{I_2}{I_0} - \lg\frac{I_1}{I_0}\right) = 10$$

$$\Rightarrow \lg\frac{I_2}{I_1} = 1 \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 10 \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra: $\frac{d_1^2}{(d_1 - 50)^2} = 10 \Rightarrow d_1 = 73{,}12$ m

Đáp số: $d_1 = 73{,}12$ m

10.15.

Cường độ âm tại một điểm cách nguồn âm một khoảng d = 5 m là :

$$I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi d^2} = \frac{0,5}{4\pi.5^2} = 1,59.10^{-3}\ \text{W/m}^2$$

Mức cường độ âm tại một điểm cách nguồn âm một khoảng d = 5 m là:

$$L = 10\ \lg\frac{I}{I_0} = 10.\lg\frac{1,59.10^{-3}}{10^{-12}} = 92\ \text{dB}$$

Đáp số: L = 92 dB

Bài 11 – ĐẶC TRƯNG SINH LÍ CỦA ÂM THANH

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. *Độ cao*

Độ cao của âm là một đặc trưng sinh lí *phụ thuộc vào tần số âm, không phụ thuộc vào năng lượng âm.*

Âm có tần số lớn là âm cao; Âm có tần số thấp là âm trầm.

2. *Độ to*

Độ *to* của âm là một đặc trưng sinh lí *phụ thuộc vào tần số âm f và mức cường độ âm L.*

- Hai âm có cùng tần số, nhưng có mức cường độ âm khác nhau thì độ to sẽ khác nhau.
- Hai âm có cùng mức cường độ âm, nhưng tần số khác nhau thì độ to cũng sẽ khác nhau.

3. *Âm sắc*

Âm sắc là tính chất của âm giúp ta phân biệt các âm phát ra bởi các nguồn khác nhau (cả khi chúng có hoặc không có cùng độ cao, độ to). Âm sắc là là một đặc trưng sinh lí liên quan mật thiết tới đồ thị dao động âm và *phụ thuộc vào tần số âm f và biên độ âm.*

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

?

11.1. Hãy kể ra những đặc trưng sinh lí của âm.

Trả lời

Có ba đặc trưng sinh lí của âm: độ cao, độ to và âm sắc.

11.2. Độ cao của âm là gì ? Nó có liên quan đến đặc trưng vật lí nào của âm?

Trả lời

Độ cao của âm là một đặc trưng sinh lí *phụ thuộc vào* ***tần số âm***. Âm có tần số lớn là âm cao; Âm có tần số thấp là âm trầm.

11.3. Độ to của âm liên quan đến đặc trưng vật lí nào của âm?

Trả lời

Độ to của âm là một đặc trưng sinh lí được đo bằng *mức cường độ âm L*.

Đơn vị đo của đại lượng đó là Ben (B); đơn vị thường dùng là đềxiben (dB).

11.4. Âm sắc là gì?

Trả lời

Âm sắc là tính chất của âm giúp ta phân biệt các âm phát ra bởi các nguồn khác nhau (cả khi chúng có hoặc không có cùng độ cao, độ to).

Âm sắc là là một đặc trưng sinh lí liên quan mật thiết đến đồ thị dao động âm và *phụ thuộc vào tần số âm f và biên độ âm.*

▽

11.5. Chọn câu đúng

Độ cao của âm

A. là một đặc trưng vật lí của âm.

B. là một đặc trưng sinh lí của âm.

C. vừa là đặc trưng vật lí, vừa là đặc trưng sinh lí.

D. là tần số của âm.

Hướng dẫn giải

Độ cao của âm là một đặc trưng sinh lí của âm.

Đáp án: B

11.6. Chọn câu đúng

Âm sắc là

A. màu sắc của âm.

B. một tính chất của ân giúp ta nhận biết các nguồn âm.

C. một tính chất sinh lí của âm.

D. một tính chất vật lí của âm.

Hướng dẫn giải

Âm sắc là một đặc tính sinh lí của âm.

Đáp án: C

11.7. Chọn câu đúng

Độ to của âm gắn liền với

A. cường độ âm.
B. biên độ dao động của âm.
C. mức cường độ âm.
D. tần số âm.

Hướng dẫn giải

Độ to của âm gắn liền với mức cường độ âm.

Đáp án: C

C. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

11.8. Chọn câu trả lời đúng

Âm thanh do người hay một nhạc cụ phát ra có đồ thị được biểu diễn theo thời gian có dạng:

A. đường hình sin.
B. biến thiên tuần hoàn theo thời gian.
C. đường hyperbol.
D. đường parabol.

11.9. Chọn câu trả lời đúng

Để tăng độ to của âm thanh do một dây đàn phát ra ta phải:

A. Kéo căng dây đàn hơn.
B. Làm chùng dây đàn hơn.
C. Gảy đàn mạnh hơn.
D. Gảy đàn nhẹ hơn.

11.10. Chọn câu trả lời đúng

Mức cường độ âm tương ứng đối với các ngưỡng nghe và ngưỡng đau lần lượt là 0 dB và 130 dB. Một người đứng cách một nguồn âm được coi như một nguồn điểm có công suất 5 μW tại một điểm cách nguồn 5 m.

A. Người đó không nghe được âm thanh do nguồn phát ra vì âm quá nhỏ.
B. Người đó không nghe được âm thanh do nguồn phát ra vì âm quá to.
C. Người đó nghe được âm thanh do nguồn phát ra, nhưng rất đau tai.
D. Người đó dễ dàng nghe được âm thanh do nguồn phát ra.

11.11. Tính cường độ âm thanh ứng với ngưỡng nghe và ngưỡng đau. Biết các mức cường độ âm tương ứng đối với các ngưỡng đó lần lượt là 0 dB và 130 dB.

D. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

11.8. ***B***

Một nhạc cụ hay người khi phát một âm có tần số f_1, thì đồng thời cũng phát ra các âm có tần số $f_2 = 2f_1$, $f_3 = 3f_1$... là âm được biểu diễn theo thời gian có dạng hình sin. Âm có tần số f_1 là âm cơ bản hay là họa âm thứ nhất. Các âm có tần số f_2, f_3... là họa âm thứ 2, thứ 3... Âm thanh phát ra là sự tổng hợp của các âm có tần số f_1, f_2, f_3... với các biên độ tương ứng A_1, A_2, A_3 ... và đường biểu diễn của nó *không còn là dạng hình sin* nữa, mà trở thành một đường phức tạp có chu kì ⇒ biến thiên tuần hoàn, đặc trưng cho sắc thái của từng nguồn âm giúp ta phân biệt các nguồn với nhau gọi là âm sắc.

11.9. ***C***

Để tăng độ to của âm thanh do một dây đàn phát ra ta phải gảy đàn mạnh hơn.

11.10. ***D***

Cường độ âm tại một điểm cách nguồn âm một khoảng d = 5 m là:

$$I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi d^2} = \frac{5.10^{-6}}{4\pi.5^2} = 15{,}9.10^{-9}\ \text{W/m}^2$$

Mức cường độ âm tại một điểm cách nguồn âm một khoảng d = 5 m là:

$$L = 10\log\frac{I}{I_0} = 42\ \text{dB}$$

$\Rightarrow 0 < 42$ dB < 130 dB $\Rightarrow$ Người đó dễ dàng nghe được âm thanh do nguồn phát ra.

11.11. Áp dụng công thức: $L = 10\lg\frac{I}{I_0} \Rightarrow I = I_0.10^{\frac{L}{10}}$

Trong đó: $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2 = cường độ âm chuẩn.

- Trường hợp ngưỡng nghe: L = 0 dB

$$I = I_0.10^{\frac{0}{10}} = I_0 = 10^{-12}\ \text{W/m}^2$$

- Trường hợp ngưỡng đau: L = 130 dB

$$I = I_0.10^{\frac{130}{10}} = 10^{13}I_0 = 10\ \text{W/m}^2$$

Đáp số: 10^{-12} W/m^2 ; 10 W/m^2

CHƯƠNG III – DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

Bài 12 – ĐẠI CƯƠNG VỀ DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Khái niệm về dòng điện xoay chiều

- ***Định nghĩa***

  Dòng điện xoay chiều là dòng điện mà cường độ biến thiên điều hòa theo thời gian.

- ***Biểu thức***

$$i = I_0 \cos(\omega t + \varphi)$$

  Trong đó:

  i : giá trị cường độ tức thời của dòng điện xoay chiều;

  $I_0 > 0$: giá trị cường độ cực đại của dòng điện xoay chiều (cường độ cực đại) ; ω, φ là các hằng số.

  $\omega > 0$: tần số góc; $\omega t + \varphi$: pha ban đầu; φ : pha ban đầu.

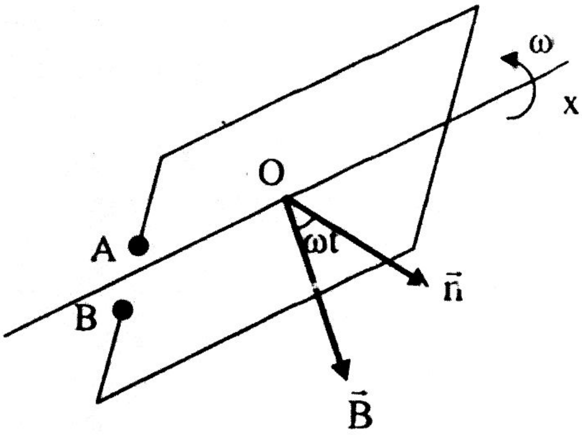
- ***Chu kì*** $T = \frac{2\pi}{\omega}$

- ***Tần số*** $f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$

2. Nguyên tắc tạo dòng điện xoay chiều

- ***Định tính***

Nguyên tắc tạo dòng điện xoay chiều dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.



Cho một khung dây kim loại diện tích S, có N vòng dây quay đều quanh một trục đối xứng xx'của nó trong một từ trường đều $\vec{B} \perp xx'$ với vận tốc góc ω, thì từ thông gửi qua khung dây biến thiên điều hòa, trong khung dây xuất hiện một suất điện động cảm ứng cũng biến thiên điều hòa. Nếu nối hai đầu của khung dây với mạch ngoài, thì ở mạch ngoài sẽ có dòng điện xoay chiều (AC).

- ***Định lượng***

+ Giả sử khi t = 0, pháp tuyến $\vec{n}$ của khung trùng với $\vec{B}$.

Tại thời điểm t, $\vec{n}$ quay được 1 góc ωt. Từ thông gửi qua khung là:

$$\Phi = NBS\cos\omega t$$

+ Từ thông biến thiên làm xuất hiện trong khung dây một suất điện động cảm ứng tức thời ở thời điểm t là:

$$e = -\Phi' = NBS\omega\sin\omega t$$

Với N, B, S, ω là các đại lượng không đổi.

Vậy suất điện động xuất hiện trong khung biến thiên điều hòa với tần số góc là ω.

+ Nếu cuộn dây kín và có điện trở R thì cường độ dòng điện cảm ứng cho bởi:

$$i = \frac{\xi}{R} = \frac{NBS\omega}{R}\sin\omega t$$

Đây là dòng điện xoay chiều với tần số góc ω và cường độ cực đại:

$$I_0 = \frac{NBS\omega}{R}$$

3. Giá trị hiệu dụng

+ *Định nghĩa:* cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều là đại lượng có giá trị bằng cường độ của một dòng điện không đổi sao cho khi đi qua cùng một điện trở R thì công suất tiêu thụ trong R bởi dòng điện không đổi ấy bằng công suất trung bình tiêu thụ trong R bởi dòng điện xoay chiều nói trên.

$$P = \frac{1}{2}R.I_0^2 = RI^2$$

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

I *gọi là cường độ hiệu dụng của dòng AC.*

Tương tự , người ta xác định được điện áp hiệu dụng ở hai đầu một đoạn mạch điện AC và suất điện động hiệu dụng là:

$$U = \frac{U_0}{\sqrt{2}}; E = \frac{E_0}{\sqrt{2}}$$

+ *Dụng cụ đo:* Ampe kế là dụng cụ đo cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Nhắc lại định nghĩa dòng điện một chiều không đổi.

Trả lời

Dòng điện một chiều không đổi là dòng điện đi theo một chiều nhất định và có giá trị không đổi theo thời gian.

C2. Xác định giá trị cực đại, tần số góc, chu kì, tần số, pha ban đầu của các dòng điện xoay chiều có cường độ tức thời (tính ra ampe) cho bởi:

a) $i = 5\cos(100\pi t + \frac{\pi}{4})$ b) $i = 2\sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{\pi}{3})$

c) $i = -5\sqrt{2}\cos 100\pi t$.

Trả lời

a) $i = 5\cos(100\pi t + \frac{\pi}{4}) = I_0\cos(\omega t + \varphi)$

Giá trị cực đại: $I_0 = 5$ (A); Tần số góc: $\omega = 100\pi$ rad/s

Chu kì: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 0,02$ s; Tần số: $f = \frac{1}{T} = 50$ Hz

Pha ban đầu: $\varphi = \frac{\pi}{4}$ rad.

b) $i = 2\sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{\pi}{3}) = I_0\cos(\omega t + \varphi)$

Giá trị cực đại: $I_0 = 2\sqrt{2}$ (A); Tần số góc: $\omega = 100\pi$ rad/s

Chu kì: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 0,02$ s; Tần số: $f = \frac{1}{T} = 50$ Hz

Pha ban đầu: $\varphi = -\frac{\pi}{3}$ rad.

c) $i = -5\sqrt{2}\cos 100\pi t = 5\sqrt{2}\cos(100\pi t + \pi) = = I_0\cos(\omega t + \varphi)$

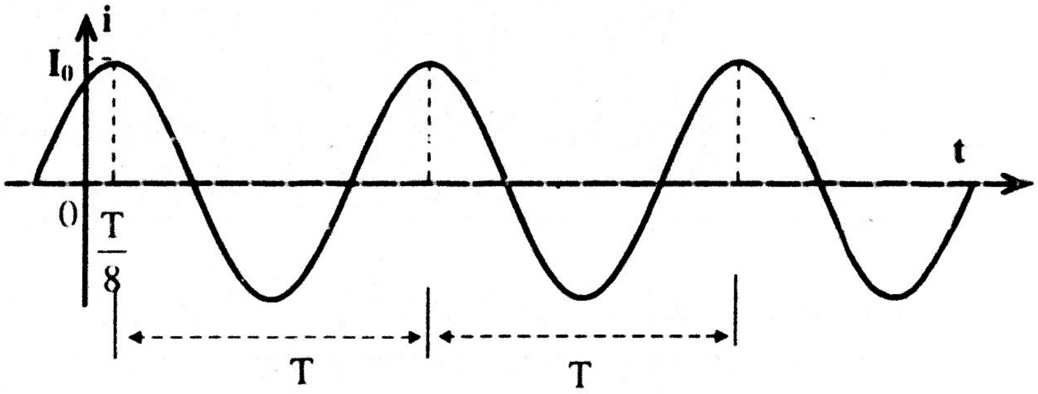
Giá trị cực đại: $I_0 = 5\sqrt{2}$ (A); Tần số góc: $\omega = 100\pi$ rad/s

Chu kì: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 0{,}02$ s; Tần số: $f = \frac{1}{T} = 50$ Hz

Pha ban đầu: $\varphi = \pi$ rad.

C3. Trên hình 12.1, đồ thị hình sin của i cắt:

1. trục hoành tại những điểm có tọa độ bằng bao nhiêu?
2. trục tung tại điểm có tọa độ bằng bao nhiêu I_0?



Hình 12.1

Trả lời

Biểu thức của cường độ tức thời của dòng điện xoay chiều theo thời gian có dạng: $i = I_0\cos(\omega t + \varphi) = = I_0\cos(\frac{2\pi}{T}t + \varphi)$

Khi $t = \frac{T}{8}$ thì $i = I_0 \Rightarrow i = I_0\cos(\frac{2\pi}{T}.\frac{T}{8} + \varphi) = I_0$

$\Rightarrow \cos(\frac{\pi}{4} + \varphi) = 1 \Rightarrow \frac{\pi}{4} + \varphi = 0$ (vì pha ban đầu $-2\pi < \varphi < 2\pi$)$\Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{4}$

$$\Rightarrow i = I_0\cos(\omega t - \frac{\pi}{4}) = = I_0\cos(\frac{2\pi}{T}t - \frac{\pi}{4})$$

1. Đồ thị hình sin của i cắt trục hoành tại những điểm t_n có tọa độ i trên trục tung thỏa: $i = 0$

$$\Rightarrow i = I_0\cos(\frac{2\pi}{T}t_n - \frac{\pi}{4}) = 0 \Rightarrow \cos(\frac{2\pi}{T}t_n - \frac{\pi}{4}) = 0$$

$$\Rightarrow \frac{2\pi}{T}t_n - \frac{\pi}{4} = \pm\frac{\pi}{2} + 2k\pi;\text{ với } k \in Z$$

$$\Rightarrow t_n = (\pm\frac{1}{2} + \frac{1}{4})\frac{T}{2} + kT$$

- Trường hợp dấu (+): $t_n = \frac{3T}{8} + kT$

- Trường hợp dấu (−): $t_0 = -\frac{T}{8} + kT$

2. Đồ thị hình sin của i cắt trục tung tại điểm ứng với tọa độ trên trục hoành là t = 0:

$$\Rightarrow i = I_0\cos(\frac{2\pi}{T}t - \frac{\pi}{4}) = I_0\cos(-\frac{\pi}{4}) = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

C4. Tính điện năng tiêu thụ của dòng điện xoay chiều trên điện trở R trong 1h như thế nào?

Trả lời

Công suất trung bình của dòng điện xoay chiều trên điện trở trong một chu kì T hay còn gọi là công suất trung bình) là:

$$\bar{p} = R\overline{i^2} = RI_0^2\overline{\cos^2\omega t} = RI_0^2.\overline{\frac{1+\cos 2\omega t}{2}} = \frac{1}{2}RI_0^2$$

Điện năng tiêu thụ của dòng điện xoay chiều trên điện trở R trong thời gian t là:

$$W = \bar{p}.\frac{t}{T} = RI_0^2.\frac{t}{T}$$

Với dòng điện xoay chiều có tần số f = 50 Hz ⇒ chu kì $T = \frac{1}{f} = 0{,}02$ s thì, điện năng tiêu thụ của dòng điện xoay chiều trên điện trở R trong thời gian t = 1h là:

$$W = \frac{3600}{0{,}02}.RI_0^2 = 1{,}8.10^5.\ RI_0^2$$

C5. Mạch điện xoay chiều có ghi 220 V. Tính giá trị cực đại của điện áp.

Trả lời

Giá trị cực đại của điện áp là: $U_0 = U\sqrt{2} = 220\sqrt{2}$ V

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

?

12.1. Phát biểu các định nghĩa:

a) giá trị tức thời.

b) giá trị cực đại.

c) giá trị hiệu dụng của cường độ dòng điện và điện áp xoay chiều hình sin.

Trả lời

a) Giá trị tức thời:

Giá trị tức thời của dòng điện xoay chiều là giá trị của dòng điện ở thời điểm t.

b) Giá trị cực đại:

Giá trị cực đại của dòng điện xoay chiều là giá trị lớn nhất có thể có của nó.

c) Giá trị hiệu dụng của cường độ dòng điện và điện áp xoay chiều hình sin

- Cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều là đại lượng có giá trị bằng cường độ của một dòng điện không đổi sao cho khi đi qua cùng một điện trở R thì công suất tiêu thụ trong R bởi dòng điện không đổi ấy bằng công suất trung bình tiêu thụ trong R bởi dòng điện xoay chiều nói trên: $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$
- Tương tự, người ta xác định được điện áp hiệu dụng ở hai đầu một đoạn mạch điện AC là: $U = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$

12.2. Tại sao phải qui định tần số của dòng điện xoay chiều tạo ra trong kĩ thuật.

Trả lời

Tần số của dòng điện xoay chiều ảnh hưởng tới các đại lượng trong mạch như tổng trở, cường độ, điện áp ... Các thiết bị điện dưới tác dụng của các điện áp bằng nhau, nhưng có tần số khác nhau thì sẽ có tổng trở khác nhau và dẫn tới cường độ qua thiết bị cũng khác nhau. Vì vậy, phải qui định tần số của dòng điện xoay chiều tạo ra trong kĩ thuật để dùng cho phù hợp.

12.3. Xác định giá trị trung bình theo thời gian của:

a) $2\sin 100\pi t$ b) $2\cos 100\pi t$ c) $2\sin(100\pi t + \frac{\pi}{6})$

d) $4\sin^2 100\pi t$ e) $3\cos(100\pi t - \frac{\pi}{3})$

Hướng dẫn giải

Giá trị trung bình theo thời gian của các hàm sin và cosin trong một khoảng thời gian dài đều bằng 0. Do đó các *giá trị trung bình* của:

a) $2\sin 100\pi t = 0$ b) $2\cos 100\pi t = 0$ c) $2\sin(100\pi t + \frac{\pi}{6}) = 0$

d) $4\sin^2 100\pi t = 4.\frac{1 - \cos 200\pi t}{2} = 2 - 2\cos 200\pi t = 2$

e) $3\cos(100\pi t - \frac{\pi}{3}) = 0$

12.4. Trên một bóng đèn có ghi 220 V – 100 W, nối đèn ấy vào mạng điện xoay chiều có U = 220 V. Xác định:

a) điện trở đèn.

b) cường độ hiệu dụng qua đèn.

c) điện năng tiêu thụ của đèn trong một giờ.

Hướng dẫn giải

$U = 220\ V\ ;\ P = 100\ W$

Đèn được mắc vào mạng điện xoay chiều có điện áp đúng định mức, do đó, công suất tiêu thụ của đèn bằng đúng công suất định mức:

a) Điện trở đèn được tính từ công thức: $R = \dfrac{U^2}{P} = \dfrac{220^2}{100} = 484\ \Omega$

b) Cường độ hiệu dụng qua đèn: $I = \dfrac{U}{R} = \dfrac{220}{484} = \dfrac{5}{11}\ A$

c) Điện năng tiêu thụ của đèn trong một giờ:

$$W = P.t = 100\ .\ 3600 = 3{,}6.10^5\ J = 100\ W.h$$

***Đáp số:** a) $R = 484\ \Omega$; b) $I = \dfrac{5}{11}\ A$; c) $W = 3{,}6.10^5\ J = 100\ W.h$*

12.5. Một mạch điện gồm hai đèn mắc song song trên mỗi đèn có ghi: 220 V – 115 W; 220 V – 132 W. Nối hai đầu của mạch điện ấy vào mạng điện xoay chiều U = 220 V. Xác định:

a) công suất tiêu thụ trong mạch.

b) cường độ dòng điện cung cấp cho mạch điện.

Hướng dẫn giải

$U_1 = 220\ V\ ;\ P_1 = 115\ W;\ U_2 = 220\ V\ ;\ P_2 = 132\ W$

Hai đèn được mắc vào mạng điện xoay chiều có điện áp đúng định mức, do đó công suất tiêu thụ của đèn bằng đúng công suất định mức:

a) Công suất tiêu thụ trong mạch:

$$P = P_1 + P_2 = 247\ W$$

b) Hai đèn mắc song song nên cường độ dòng điện cung cấp cho mạch điện được tính bởi công thức: $I = I_1 + I_2$

Với: $I_1 = \dfrac{P_1}{U_1} = \dfrac{23}{44}\ A \approx 0{,}52\ A;\ I_2 = \dfrac{P_2}{U_2} = \dfrac{33}{50}\ A = 0{,}6\ A$

$$\Rightarrow I = I_1 + I_2 = 1{,}12\ A$$

***Đáp số:** a) $P = 247\ W$; b) $I = 1{,}12\ A$*

12.6. Trên một đèn có ghi 100 V – 100 W. Mạch điện sử dụng có U = 110 V. Để đảm bảo đèn sáng bình thường, phải mắc thêm vào mạch điện một điện trở bằng bao nhiêu?

Hướng dẫn giải

$U_Đ = 100\ V\ ;\ P_Đ = 100\ W;\ U = 110\ V$

Để đảm bảo đèn sáng bình thường, phải mắc nối tiếp thêm vào mạch điện một điện trở sao cho:

$$U = U_Đ + U_R \Rightarrow U_R = U - U_Đ = 10\ V$$

Và cường độ dòng điện trong mạch là: $I = \dfrac{P_Đ}{U_Đ} = 1\ A$

Điện trở R có giá trị bằng: $R = \frac{U_R}{I} = 10\,\Omega$

Đáp số: R = 10 Ω

12.7. Với dòng điện xoay chiều, cường độ hiệu dụng I liên hệ với cường độ cực đại I_0 bằng công thức nào?

A. $I = \frac{I_0}{2}$ B. $I = \frac{I_0}{3}$ C. $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ D. $I = \frac{I_0}{\sqrt{3}}$

Hướng dẫn giải

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

Đáp án: C

Dùng cho các câu hỏi 8 và 9: Điện áp tức thời giữa hai đầu của một đoạn mạch xoay chiều là: $u = 80\cos 100\pi t$ (V)

12.8. Tần số góc của dòng điện là:

A. 100π rad/s B. 100 Hz C. 50 Hz D. 100πt

Hướng dẫn giải

Tần số góc của dòng điện là: $\omega = 100\pi$ rad/s

Đáp án: A

12.9. Điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch đó là bao nhiêu?

A. 80 V B. 40 V C. $80\sqrt{2}$ V D. $40\sqrt{2}$ V

Hướng dẫn giải

Điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch đó là:

$$U = \frac{U_0}{\sqrt{2}} = \frac{80}{\sqrt{2}} = 40\sqrt{2}\ \text{V}$$

Đáp án: D

12.10. Một đèn có ghi 110V – 100 W mắc nối tiếp với điện trở R vào một mạch xoay chiều có $u = 220\sqrt{2}\sin\omega t$ (V). Để đèn sáng bình thường R phải có giá trị bằng bao nhiêu?

A. 1210 Ω B. $\frac{10}{11}\,\Omega$ C. 121 Ω D. 110 Ω

Hướng dẫn giải

$U_Đ = 110$ V ; $P_Đ = 100$ W

Điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch đó là: $U = \frac{U_0}{\sqrt{2}} = 220$ V

Để đảm bảo đèn sáng bình thường, phải mắc nối tiếp thêm vào mạch điện một điện trở sao cho:

$$U = U_Đ + U_R \Rightarrow U_R = U - U_Đ = 110\ \text{V}$$

Và cường độ dòng điện trong mạch là: $I = \frac{P_Đ}{U_Đ} = \frac{10}{11}$ A

Điện trở R có giá trị bằng: $R = \frac{U_R}{I} = 121\ \Omega$

Đáp án: C

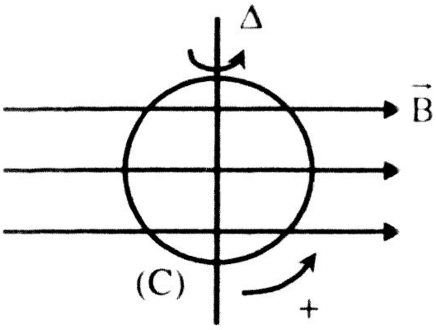
D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

12.11. Phát biểu nào dưới đây là đúng?

Khi một mạch kín phẳng, quay xung quanh một trục nằm trong mặt phẳng chứa mạch trong một từ trường như hình 12.2, thì suất điện động cảm ứng đổi chiều một lần trong

A. $\frac{1}{2}$ vòng quay. B. 2 vòng quay.

C. 1 vòng quay. D. $\frac{1}{4}$ vòng quay.



Hình 12.2

12.12. Chọn câu trả lời đúng

Dòng điện cảm ứng:

A. xuất hiện trong cuộn dây dẫn kín khi có các đường cảm ứng từ gửi qua tiết diện S của cuộn dây.

B. xuất hiện trong cuộn dây dẫn kín trong thời gian có sự biến thiên của các đường cảm ứng từ qua tiết diện S của cuộn dây.

C. càng lớn khi diện tích S của cuộn dây càng nhỏ.

D. tăng khi số đường cảm ứng từ gửi qua tiết diện S của cuộn dây tăng và giảm khi các đường cảm ứng từ gửi qua tiết diện S của cuộn dây giảm.

12.13. Chọn câu trả lời đúng

Một khung dây dẫn quay đều với vận tốc 3600 vòng/phút trong một từ trường đều. Trong khung xuất hiện một dòng điện xoay chiều có:

A. tần số 3600 Hz B. tần số góc 60 rad/s

C. chu kì 60 s. D. Cả A, B, C đều sai.

12.14. Chọn câu trả lời đúng

Một khung dây dẫn có 1000 vòng được đặt trong từ trường đều sao cho các đường cảm ứng từ vuông góc với mặt phẳng khung. Diện tích mỗi vòng dây là $2dm^2$. Cảm ứng từ giảm đều từ 0,5T đến 0,2T trong thời gian là 0,1s. Suất điện động cảm ứng trong toàn khung dây là:

A. 6 V B. 60 V

C. 600 V D. Một giá trị khác.

12.15. Chọn câu trả lời đúng

Một bình đun nước bằng điện loại 220 V – 1,5 kW chứa nước. Bình được mắc vào điện áp xoay chiều: $u = 220\sqrt{2}\sin 100\pi t$ (V)

Biết hiệu suất của bình là 90% và sau 4 phút nước sôi. Nhiệt lượng cần thiết để đun sôi nước bằng:

A. 324 kJ B. 360 kJ C. 400 kJ D. Một giá trị khác.

12.16. Một cuộn dây dẹt được quấn 50 vòng dây, đường kính trung bình của mỗi vòng dây 20 cm. Cuộn dây được đặt thẳng đứng trong một từ trường đều $\vec{B}$ hướng nằm ngang và có độ lớn B = 0,3T. Cuộn dây được nối với điện trở thuần R = 10 Ω thành một mạch kín. Cho cuộn dây quay đều với vận tốc góc 20 vòng/s quanh trục quay thẳng đứng. Chọn t = 0 là lúc pháp tuyến $\vec{n}$ của mặt phẳng khung dây song song với $\vec{B}$. Trong thời gian 10 phút điện trở tỏa ra nhiệt lượng 150 kJ. Lấy $\pi^2 = 10$.

a) Viết biểu thức của suất điện động cảm ứng xuất hiện trong cuộn dây.

b) Tính cường độ hiệu dụng qua điện trở R.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

12.11. ***A***

Giả sử mạch kín đặt trong từ trường như hình vẽ 12.2.

– Lúc đầu từ thông qua mạch bằng 0.

– Trong ¼ vòng quay đầu (quay 1 góc 90^0), từ thông qua mạch tăng dần đến giá trị cực đại (khi $\vec{B}$ vuông góc với mặt phẳng của mạch), trong mạch xuất hiện suất điện động e_c có chiều sao cho dòng điện cảm ứng mà nó sinh ra trong mạch sẽ sinh ra từ trường cảm ứng $\vec{B}'$ chống lại sự tăng của từ thông.

– Trong ¼ vòng quay sau (quay 1 góc 90^0), từ thông qua mạch giảm dần từ giá trị cực đại xuống 0, khi này suất điện động e_c có chiều sao cho dòng điện cảm ứng mà nó sinh ra trong mạch sẽ sinh ra từ trường cảm ứng $\vec{B}'$ chống lại sự giảm của từ thông.

Vậy suất điện động cảm ứng trong mạch sẽ đổi chiều một lần trong $\frac{1}{2}$ vòng quay.

12.12. ***B***

Dòng điện cảm ứng xuất hiện trong cuộn dây dẫn kín trong thời gian có sự biến thiên của các đường cảm ứng từ qua tiết diện S của cuộn dây.

12.13. ***D***

Tần số: $f = \frac{N}{t} = \frac{3600}{60} = 60\ \text{Hz}$

Tần số góc: $\omega = 2\pi f = 120\pi\ \text{rad/s}$

Chu kì: $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{60}\ \text{s}$

⇒ Cả A, B, C đều sai.

12.14. ***B***

Suất điện động cảm ứng trong toàn khung dây:

$$|e_c| = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \left|\frac{N.\Delta B.S}{\Delta t}\right| = \frac{1000(0,5 - 0,2).0,02}{0,1} = 60\ (V)$$

12.15. *A*

Nhiệt lượng toàn phần Q_1 cần cung cấp để đun sôi nước được tính bởi công thức: $Q_1 = P.t = 1,5.10^3 \,.\, 4 \,.\, 60 = 3,6.10^5$ J

Nhiệt lượng cần thiết Q_2 để đun sôi nước là:

$$H = \frac{Q_2}{Q_1} = 90\% = 0,9 \Rightarrow Q_2 = 0,9Q_1 = 3,24.10^5 \text{ J} = 324 \text{ kJ}$$

12.16.

a) Biểu thức của suất điện động cảm ứng xuất hiện trong cuộn dây:

$$e = E_0 \sin(\omega t + \varphi)$$

Trong đó: $E_0 = NBS\omega$

$$S = \pi\left(\frac{d}{2}\right)^2 = \pi\left(\frac{0,2}{2}\right)^2 = 0,01\pi \text{ m}^2$$

$$\omega = 20 \text{ vòng/s} = 40\pi \text{ rad/s}$$

$$E_0 = 50 \,.\, 0,3 \,.\, 0,01\pi \,.\, 40\pi = 60 \text{ V}$$

Khi t = 0 là lúc pháp tuyến $\vec{n}$ của mặt phẳng khung dây song song với $\vec{B}$

$$\Rightarrow \varphi = 0 \Rightarrow e = 60 \sin 40\pi t \text{ (V)}$$

b) Nhiệt lượng tỏa ra trên điện trở R trong thời gian τ:

$$Q = R.I^2.\tau$$

Cường độ hiệu dụng qua điện trở R

$$I = \sqrt{\frac{Q}{R.\tau}} = \sqrt{\frac{150.10^3}{10.10.60}} = 5 \text{ A}$$

Đáp số: a) e = 60 sin 40πt (V); b) I = 5 A

Bài 13 – CÁC MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Mạch điện xoay chiều chỉ chứa điện trở thuần R

a) Định luật Ôm

Cường độ hiệu dụng trong mạch điện xoay chiều thuần điện trở có giá trị bằng thương số điện áp hiệu dụng và điện trở của mạch.

$$I = \frac{U}{R}$$

b) Biểu thức điện áp u và cường độ dòng điện i

Nếu $u = U_0\cos\omega t$ thì $i = I_0\cos\omega t$

Tức là cường độ dòng điện tức thời trong mạch cùng pha với điện áp tức thời hai đầu mạch.

2. *Mạch điện xoay chiều chỉ chứa tụ điện C*

a) *Định luật Ôm*

Cường độ hiệu dụng trong mạch điện xoay chiều chỉ chứa tụ điện có giá trị bằng thương số điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mạch và dung kháng của mạch.

$$I = \frac{U}{Z_C} \text{ ; với } Z_C = \frac{1}{C\omega}$$

b) *Biểu thức điện áp u và cường độ dòng điện i*

Nếu $u = U_0\cos\omega t$ thì $i = I_0\cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$

Tức là cường độ dòng điện tức thời trong mạch sớm pha $\frac{\pi}{2}$ *so với điện áp tức thời hai đầu mạch.*

c) *Ý nghĩa của dung kháng*

- Dung kháng của tụ điện: $Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{2\pi fC}$ là khả năng cản trở dòng điện.
- Đối với dòng điện không đổi, tần số $f = 0 \Rightarrow Z_C = \infty \Rightarrow$ *tụ C không cho dòng điện không đổi đi qua.*
- Đối với dòng điện xoay chiều, tần số $f \neq 0 \Rightarrow Z_C < \infty \Rightarrow$ *tụ C cho dòng AC đi qua*, nhưng cản trở dòng điện xoay chiều. Tần số dòng điện AC càng lớn Z_C càng nhỏ $\Rightarrow$ cường độ dòng điện AC qua tụ càng lớn.
- Tụ điện có tác dụng làm cho cường độ dòng điện tức thời trong mạch sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với điện áp tức thời hai đầu mạch.

3. *Mạch điện xoay chiều chỉ chứa cuộn cảm thuần L*

a) *Hiện tượng tự cảm*

- Từ thông tự cảm do dòng điện i trong mạch gây ra tại cuộn cảm L: $\phi = Li$
- Suất điện động tự cảm: $\xi_{tc} = -L\frac{di}{dt}$

b) *Định luật Ôm*

Cường độ hiệu dụng trong mạch điện xoay chiều chỉ chứa cuộn cảm thuần có giá trị bằng thương số điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mạch và cảm kháng của mạch.

$$I = \frac{U}{Z_L} \text{ ; với } Z_L = L\omega$$

c) Biểu thức điện áp u và cường độ dòng điện i

Nếu $u = U_0\cos\omega t$ thì $i = I_0\cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$

Tức là cường độ dòng điện tức thời trong mạch trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so *với điện áp tức thời hai đầu mạch.*

d) Ý nghĩa của cảm kháng

- Cảm kháng $Z_L = L\omega$ là khả năng cản trở dòng điện.
- Đối với dòng điện không đổi, tần số $f = 0 \Rightarrow Z_L = 0 \Rightarrow$ *cuộn cảm thuần L không cản trở dòng điện không đổi đi qua.*
- Đối với dòng điện xoay chiều, tần số f càng lớn $\Rightarrow$ Z_L càng lớn $\Rightarrow$ *Cuộn L* cản trở dòng điện xoay chiều càng lớn.
- Cuộn cảm thuần có tác dụng làm cho cường độ dòng điện tức thời trong mạch trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với điện áp tức thời hai đầu mạch.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Hãy nhắc lại các định nghĩa của u, U_0 và U.

Trả lời

- Định nghĩa của u: là giá trị của điện áp xoay chiều ở thời điểm t và gọi là giá trị tức thời.
- Định nghĩa của U_0: là giá trị cực đại của điện áp xoay chiều: $u \le U_0$
- Định nghĩa của U: là cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều. Cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều là đại lượng có giá trị bằng cường độ của một dòng điện không đổi sao cho khi đi qua cùng một điện trở R thì công suất tiêu thụ trong R bởi dòng điện không đổi ấy bằng công suất trung bình tiêu thụ trong R bởi dòng điện xoay chiều nói trên.

C2. Phát biểu định luật Ôm đối với dòng điện một chiều trong kim loại.

Trả lời

Cường độ dòng điện một chiều chạy qua một kim loại tỉ lệ thuận với điện áp một chiều U giữa hai đầu kim loại và tỉ lệ nghịch với điện trở R của kim loại đó.

$$I = \frac{U}{R}$$

C3 Dòng điện trên hình 13.4SGK có "chạy qua" hai tấm của tụ điện không? Cơ chế của dòng điện ấy như thế nào?

Trả lời

Dòng điện trên hình 13.4SGK có "chạy qua" hai tấm của tụ điện, nhưng đó không phải là dòng điện dẫn thông thường. Tức là các điện tích không thực sự đi qua hai tấm của tụ điện.

Cơ chế của dòng điện ấy là do khi giữa hai tấm của tụ điện có một điện áp xoay chiều u, trên mỗi tấm sẽ có điện tích q^+ và q^- có độ lớn bằng nhau và bằng: $q = Cu$, sẽ biến thiên điều hòa. Giữa hai tấm sẽ có một điện trường biến thiên điều hòa, điện trường này sinh ra một từ trường biến thiên điều hòa ⇒ Khả năng sinh ra từ trường này tương đương với một dòng điện dẫn xoay chiều. Người ta gọi dòng điện này là dòng điện dịch.

C4. Chứng minh rằng đại lượng $Z_C = \dfrac{1}{C\omega}$ có đơn vị là Ôm, đơn vị của điện trở.

Ta nói rằng $Z_C = \dfrac{1}{C\omega}$ có thứ nguyên của điện trở.

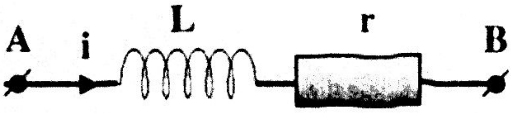
Trả lời

Từ công thức của định luật Ôm đối với đoạn mạch điện xoay chiều chỉ có điện trở R, ta có thể viết: $R = \dfrac{U}{I}$

về thứ nguyên ta có đơn vị của R là $\Omega = \dfrac{V}{A}$

Tương tự, công thức của định luật Ôm đối với đoạn mạch điện xoay chiều chỉ có tụ C, ta có thể viết: $Z_C = \dfrac{1}{C\omega} = \dfrac{U}{I} \Rightarrow Z_C$ có thứ nguyên giống R, tức là có đơn vị là Ôm.

C5. Chứng minh rằng hệ thức sau đây giữa điện áp u ở hai đầu cuộn cảm và dòng điện i chạy qua cuộn cảm đó (hình 13.1): $u_{AB} = ri + L\dfrac{di}{dt}$



Hình 13.1

Trả lời

Khi áp điện áp u xoay chiều ở hai đầu AB của cuộn cảm, trong cuộn cảm sẽ có dòng điện xoay chiều i chạy qua ⇒ từ thông gởi qua cuộn cảm sẽ biến thiên, trong cuộn cảm sẽ xuất hiện một suất điện động tự cảm e bằng: $e = -L\dfrac{di}{dt}$

Như vậy cuộn cảm giống như một máy thu, có suất phản điện $e' = -e$. Áp dụng định luật Ôm tổng quát đối với đoạn mạch chứa máy thu như hình 13.1.

Ta có: $u_{AB} = ri + e' = ri - e = ri + L\dfrac{di}{dt}$ **(ĐPCM)**

C6. Chứng minh rằng $Z_L = L\omega$ có đơn vị của điện trở.

Trả lời

Công thức của định luật Ôm đối với đoạn mạch điện xoay chiều chỉ có cuộn thuần cảm L, ta có thể viết: $Z_L = L\omega = \dfrac{U}{I} \Rightarrow Z_L$ có thứ nguyên giống R, tức là có đơn vị là Ôm.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

?

13.1. Phát biểu định luật Ôm của dòng điện xoay chiều đối với mạch chỉ có

a) một tụ điện.

b) một cuộn cảm thuần.

Trả lời

Định luật Ôm của dòng điện xoay chiều đối với mạch chỉ có:

a) một tụ điện:

Cường độ hiệu dụng trong mạch điện xoay chiều chỉ chứa tụ điện có giá trị bằng thương số điện áp hiệu dung giữa hai đầu mạch và dung kháng của mạch.

$$I = \frac{U}{Z_C} \text{ ; với } Z_C = \frac{1}{C\omega}$$

b) một cuộn cảm thuần:

Cường độ hiệu dụng trong mạch điện xoay chiều chỉ chứa cuộn cảm thuần có giá trị bằng thương số điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mạch và cảm kháng của mạch.

$$I = \frac{U}{Z_L} \text{ ; với } Z_L = L\omega$$

13.2. Dựa vào định luật Ôm hãy so sánh tác dụng cản trở dòng điện xoay chiều thể hiện trong:

a) Z_C b) Z_L

Trả lời

So sánh tác dụng cản trở dòng điện xoay chiều thể hiện trong:

Z_C	Z_L
Đối với dòng điện xoay chiều, tần số f càng lớn ⇒ Z_C càng nhỏ, cường độ dòng điện AC qua tụ càng lớn ⇒ Tụ C cản trở dòng điện xoay chiều càng ít.	Đối với dòng điện xoay chiều, tần số f càng lớn ⇒ Z_L càng lớn, cường độ dòng điện AC qua cuộn Lcàng nhỏ ⇒ Cuộn L cản trở dòng điện xoay chiều càng nhiều.

▼

13.3. Điện áp giữa hai đầu một tụ điện:

$$u = 100\sqrt{2}\cos 100\pi t \text{ (V)}$$

Cường độ hiệu dụng trong mạch I = 5 A.

a) Xác định C.

b) Viết biểu thức của i.

Hướng dẫn giải

a) $Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{U}{I} = 20\,\Omega \Rightarrow C = \frac{1}{Z_c\omega} = \frac{10^{-3}}{2\pi}\text{F}$

b) Biểu thức của i:

$$i = I_0\cos(100\pi t - \varphi_C)$$

Trong đó: $I_0 = I\sqrt{2} = 5\sqrt{2}\text{ A}; \varphi_C = -\frac{\pi}{2}$

$$\Rightarrow i = 5\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{2})\text{ (A)}$$

Đáp số: a) $C = \frac{10^{-3}}{2\pi}$ *F; b)* $i = 5\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{2})$ *(A)*

13.4. Điện áp giữa hai đầu của cuộn cảm thuần: $u = 100\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V)
Cường độ hiệu dụng trong mạch I = 5 A.

a) Xác định L.

b) Viết biểu thức của i.

Hướng dẫn giải

a) Xác định L: $Z_L = L\omega = \frac{U}{I} = 20\,\Omega \Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{1}{5\pi}\text{ H}$

b) Biểu thức của i: $i = I_0\cos(100\pi t - \varphi_L)$

Với: $\varphi_L = \frac{\pi}{2}; I_0 = \frac{U_m}{Z_L} = 5\sqrt{2}\text{ A}$

$$\Rightarrow i = 5\sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{\pi}{2})\text{ (A)}$$

Đáp số: a) $L = \frac{1}{5\pi}$ *H; b)* $i = 5\sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{\pi}{2})$ *(A)*

13.5. Chứng minh rằng khi hai cuộn cảm thuần L_1, L_2 mắc nối tiếp trong một đoạn mạch xoay chiều thì cuộn cảm tương đương có cảm kháng cho bởi:

$$Z_L = (L_1 + L_2)\omega$$

Hướng dẫn giải

Gọi U_1, U_2 và U lần lượt là điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn L_1, L_2 và toàn mạch.

Z_{L1}, Z_{L2} và Z_L lần lượt là cảm kháng của cuộn L_1, L_2 và toàn mạch.

Khi hai cuộn cảm thuần L_1, L_2 mắc nối tiếp, ta có:

$$U = U_1 + U_2$$

Trong đó: $U_1 = Z_{L1}.I;\ U_2 = Z_{L2}.I;\ U = Z_L.I;$

$$Z_{L1} = L_1\omega;\ Z_{L2} = L_2\omega;\ Z_L = L\omega$$

Suy ra:

$$Z_L = Z_{L1} + Z_{L2} \Rightarrow L\omega = L_1\omega + L_2\omega$$

Hay: $L = L_1 + L_2$ **(ĐPCM)**

13.6. Chứng minh rằng khi hai tụ C_1, C_2 mắc nối tiếp thì điện dung tương đương có dung kháng: $Z_C = \frac{1}{C\omega}$ và $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

Hướng dẫn giải

Gọi U_1, U_2 và U lần lượt là điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ C_1, C_2 và toàn mạch.

Z_{C1}, Z_{C2} và Z_C lần lược là dung kháng của tụ C_1, C_2 và toàn mạch.

Khi hai tụ C_1, C_2 mắc nối tiếp, ta có:

$$U = U_1 + U_2$$

Trong đó: $U_1 = Z_{C1}.I$; $U_2 = Z_{C2}.I$; $U = Z_C.I$

$$Z_{C1} = \frac{1}{C_1\omega};\ Z_{C2} = \frac{1}{C_2\omega};\ Z_C = \frac{1}{C\omega}$$

Suy ra: $Z_C = Z_{C1} + Z_{C2} \Rightarrow \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{C_1\omega} + \frac{1}{C_2\omega}$

Hay: $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$ **(ĐPCM)**

13.7. Một đoạn mạch chứa một số tụ điện có điện dung tương đương C. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp tức thời: $u = U_0\cos\omega t$. Cường độ hiệu dụng trong mạch là bao nhiêu?

A. $\frac{U_0}{C\omega}$ B. $\frac{U_0}{\sqrt{2}C\omega}$ C. $U_0C\omega$ D. $\frac{U_0}{\sqrt{2}}C\omega$

Hướng dẫn giải

Cường độ hiệu dụng trong mạch là: $I = \frac{U}{Z_C} = \frac{U_0}{Z_C\sqrt{2}}$; $Z_C = \frac{1}{C\omega}$

Do đó: $I = \frac{U_0}{\sqrt{2}}C\omega$

Đáp án: D

13.8. Một đoạn mạch chứa một cuộn thuần cảm L. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp tức thời: $u = U_0\cos\omega t$. Cường độ hiệu dụng trong mạch là bao nhiêu?

A. $\frac{U_0}{L\omega}$ B. $\frac{U_0}{\sqrt{2}L\omega}$ C. $U_0L\omega$ D. $\frac{U_0}{\sqrt{2}}L\omega$

Hướng dẫn giải

Cường độ hiệu dụng trong mạch là: $I = \frac{U}{Z_L} = \frac{U_0}{Z_L\sqrt{2}}$; $Z_L = L\omega$

Do đó: $I = \frac{U_m}{\sqrt{2}L\omega}$

Đáp án: B

13.9. Điện áp $u = 200\sqrt{2}\cos\omega t$ (A) đặt vào hai đầu một cuộn cảm thuần thì tạo ra dòng điện có cường độ hiệu dụng trong mạch I = 2 A. Cảm kháng có giá trị bằng bao nhiêu?

A. $100\,\Omega$ B. $200\,\Omega$ C. $100\sqrt{2}\,\Omega$ D. $200\sqrt{2}\,\Omega$

Hướng dẫn giải

$$Z_L = L\omega = \frac{U}{I} = 100\,\Omega$$

Đáp án: A

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

13.10. Chọn câu trả lời đúng

Dung kháng của tụ điện:

A. tỉ lệ thuận với điện áp giữa hai đầu tụ điện.

B. tỉ lệ nghịch với cường độ dòng điện qua tụ điện.

C. giảm khi tần số của dòng điện xoay chiều chạy qua tụ điện tăng.

D. Cả A, B, C đều đúng.

13.11. Chọn câu trả lời đúng

Đặt vào hai đầu mạch điện chỉ có cuộn thuần cảm $L = \frac{2}{\pi}$ H một điện áp xoay chiều: $u = 100\sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{\pi}{2})$ (V)

A. Pha ban đầu của cường độ dòng điện trong mạch là $\varphi_i = \frac{\pi}{2}$.

B. Pha ban đầu của cường độ dòng điện trong mạch là $\varphi_i = 0$.

C. Cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch là I = 2 A.

D. Cường độ cực đại của dòng điện trong mạch là $I_0 = \frac{\sqrt{2}}{2}$ A.

13.12. Chọn câu trả lời đúng

Trong mạch điện xoay chiều chỉ có cuộn thuần cảm L thì cuộn cảm có tác dụng:

A. Làm cường độ dòng điện trong mạch trễ pha hơn điện áp một góc $\frac{\pi}{2}$.

B. Làm điện áp cùng pha với dòng điện.

C. Làm điện áp trễ pha hơn dòng điện một góc $\frac{\pi}{2}$.

D. Độ lệch pha của điện áp và cường độ dòng điện tùy thuộc vào giá trị của độ tự cảm L.

13.13. Chọn câu trả lời đúng

Cho một đoạn mạch điện chỉ chứa điện trở R = 200 Ω. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều: $u_{AB} = 100\sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{\pi}{4})$ ((V)

Biểu thức của dòng điện trong mạch bằng:

A. $i = 0,5\cos 100\pi t$ (A) B. $i = 0,5\sqrt{2}\sin(100\pi t - \frac{\pi}{4})$ (A)

C. $i = 0,5\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (A) D. $i = 0,5\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{4})$ (A)

13.14. Ở hai đầu một tụ điện có một điện áp xoay chiều 220V – 60Hz. Dòng điện qua tụ có giá trị hiệu dụng 2 A.

a) Tính điện dung C của tụ điện.

b) Muốn cho dòng điện qua tụ có cường độ hiệu dụng là 6A, thì tần số của dòng điện phải bằng bao nhiêu?

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

13.10. *C*

$$Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{2\pi fC}$$

⇒ Dung kháng của tụ điện giảm khi tần số của dòng điện xoay chiều chạy qua tụ điện tăng.

13.11. *D*

$$Z_L = L\omega = 200\ \Omega\ ;\ I = \frac{U}{Z_L} = 0,5\ \text{A}\ ;\ I_0 = \frac{U_0}{Z_L} = \frac{\sqrt{2}}{2}\ \text{A}$$

Đoạn mạch điện chỉ có cuộn thuần cảm L nên:

$$\varphi_L = \varphi_u - \varphi_i = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \varphi_i = \varphi_u - \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{2} = -\pi$$

⇒ câu đúng D

13.12. *A*

Khi $i = I_o\cos\omega t$ (A) ⇒ $u_L = U_{oL}\cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$ (V)

⇒ cuộn cảm có tác dụng làm cường độ dòng điện trong mạch trễ pha hơn điện áp một góc $\frac{\pi}{2}$.

13.13. *B*

$$u_{AB} = 100\sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{\pi}{4})\ (\text{V}) \Rightarrow i = I_0\cos(100\pi t - \frac{\pi}{4} - \varphi_R)$$

Với: $\varphi_R = \varphi_u - \varphi_i = 0$; $I_0 = \frac{U_0}{R} = 0,5\sqrt{2}$ A

$$\Rightarrow i = 0,5\sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{\pi}{4})\ (\text{A})$$

13.14. a) Điện dung C của tụ điện: $\omega = 2\pi f = 120\pi$ rad/s

$$Z_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{C\omega} = \frac{U}{I} = 110\ \Omega \Rightarrow C = \frac{1}{Z_c\omega} \approx 24\ \mu\text{F}$$

b) Để dòng điện qua tụ có cường độ hiệu dụng là: I' = 6A, thì tần số của dòng điện phải bằng f' sao cho:

$$Z_C' = \frac{1}{2\pi f' C} = \frac{U}{I'} \Rightarrow \frac{f'}{f} = \frac{I'}{I} = 3 \Rightarrow f' = 3f = 180\ \text{Hz}$$

Đáp số: a) $C = 24\ \mu F$; b) $f' = 180$ Hz

Bài 14 – MẠCH R, L, C MẮC NỐI TIẾP

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1.Phương pháp giản đồ Fre–nen (Fesnel)

- Một đại lượng xoay chiều hình sin dạng: $x_1 = X_1\sqrt{2}\cos\omega t$ được biểu diễn bằng một véctơ Fre–nen có độ dài tỉ lệ với giá trị hiệu dụng X_1 của đại lượng đó.
- Các véctơ Fre–nen được vẽ trong cùng một mặt phẳng gọi là *mặt phẳng pha.*
- Góc giữa hai véctơ Fre–nen bằng độ lệch pha giữa hai đại lượng xoay chiều tương ứng.
- Đồ thị biểu diễn các véctơ Fre–nen trên mặt phẳng pha gọi là *giản đồ Fre–nen.*

2. Mạch RLC nối

$u = u_R + u_L + u_C$

$\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_L + \vec{U}_C$

$\varphi = \varphi_u - \varphi_i$ = độ lệch pha của u so với i.

Từ giản đồ Fre–nen trên hình 14.2, ta có:

$$U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2$$

Trong đó:

$U = ZI$

$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$ = tổng trở mạch

$Z_L = L\omega$ = cảm kháng

$Z_C = \dfrac{1}{C\omega}$ = dung kháng

$$\tan\varphi = \frac{U_{0L} - U_{0C}}{U_{0R}} = \frac{U_L - U_C}{U_R} = \frac{Z_L - Z_C}{R}$$

$$\cos\varphi = \frac{U_{0R}}{U_0} = \frac{U_R}{U} = \frac{R}{Z}$$

+ Nếu $Z_L > Z_C$: mạch có tính cảm kháng $\Rightarrow \varphi > 0$: u sớm pha hơn i.

+ Nếu $Z_L < Z_C$: mạch có tính dung kháng

⇒ $\varphi < 0$: u trễ pha hơn i.

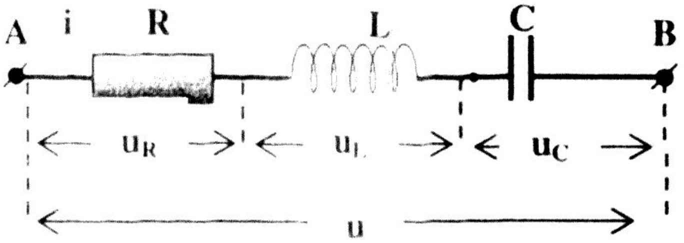
+ Nếu $Z_L = Z_C$: Cộng hưởng điện ⇒ $\varphi = 0$: u cùng pha với i. Khi đó:

$$I = I_{max} = \frac{U}{R}$$

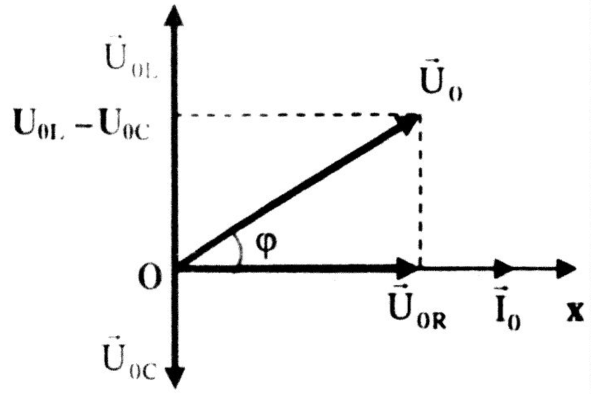
Chú ý: Nếu U = const ; thay đổi R (hoặc L, hoặc C) thì I và điện áp hiệu dụng giữa hai đầu các phần tử sẽ thay đổi nhưng tỉ số:

$\frac{U_L}{U_C}$ = const (hoặc $\frac{U_R}{U_C}$ = const,

hoặc $\frac{U_L}{U_R}$ = const)



Hình 14.1



Hình 14.2

3. Tổng quát – Mạch $R_1...R_m$ $L_1...L_nC_1...C_P$ nối tiếp

$u = u_{R1} + ... + u_{Rm} + u_{L1} + ... + u_{Lm} + u_{C1} + ... + u_{Cp}$

$\vec{U} = \vec{U}_{R1} + ... + \vec{U}_{Rm} + \vec{U}_{L1} + ... + \vec{U}_{Ln} + \vec{U}_{C1} + ... + \vec{U}_{Cp}$

$\varphi = \varphi_u - \varphi_i$ = độ lệch pha của u so với i.

Từ giản đồ véctơ

$$U^2 = (U_{R1} + ... + U_{Rm})^2 + [(U_{L1} + ... + U_{L2}) - (U_{C1} + ... + U_{C2})]^2$$

Trong đó: U = ZI

$$Z = \sqrt{(R_1 + ... + R_m)^2 + \left[(Z_{L1} + ...Z_{Ln}) - (Z_{C1} + ... + Z_{cp})\right]^2}$$ = tổng trở mạch

$$\tan\varphi = \frac{(Z_{L1} + ... + Z_{Ln}) - (Z_{C1} + ... + Z_{CP})}{R_1 + ... + R_m}$$

Chú ý

Nếu trong mạch không có phần tử nào thì bỏ phần giá trị của đại lượng liên quan tới phần tử đó trong công thức tổng quát.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Hãy nhắc lại định luật về hiệu điện thế trong mạch điện một chiều gồm nhiều điện trở mắc nối tiếp.

Trả lời

Hiệu điện thế giữa hai đầu một mạch điện một chiều gồm nhiều điện trở mắc nối tiếp bằng tổng hiệu điện thế giữa hai đầu các điện trở.

$$U = U_1 + U_2 + ... + U_n$$

C2. Hãy giải thích vị trí tương hỗ của các véctơ $\vec{U}$ và $\vec{I}$ quay trong hình 14.2SGK.

Trả lời

$\vec{U}$ và $\vec{I}$ là hai véctơ quay biểu diễn cho điện áp xoay chiều u và cường độ dòng điện i. Tùy theo tính chất của mạch, độ lệch pha $\varphi = \varphi_u - \varphi_i$ cho ta góc hợp bởi hai véc tơ $\vec{U}$ và $\vec{I}$.

- Khi mạch chỉ có R: u và i cùng pha, nên $\vec{U}$ và $\vec{I}$ cùng phương, chiều.
- Khi mạch chỉ có L: u sớm pha hơn i là $\frac{\pi}{2}$, nên $\vec{U}$ vuông góc với $\vec{I}$ và chiều dương là chiều quay từ $\vec{I}$ sang $\vec{U}$.
- Khi mạch chỉ có C: u trễ pha hơn i là $\frac{\pi}{2}$, nên $\vec{U}$ vuông góc với $\vec{I}$ và chiều dương là chiều quay từ $\vec{U}$ sang $\vec{I}$.

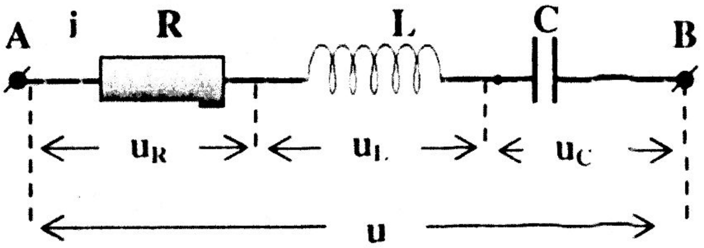
C3. Chứng minh các hệ thức:

$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \frac{U}{Z}$$

với $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$

cho trường hợp $U_L > U_C$.

Trả lời



Hình 14.3

Xét một mạch điện RLC mắc nối tiếp như hình 14.3.

Ta có: $u = u_R + u_L + u_C$

$$\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_L + \vec{U}_C$$

Từ giản đồ Fre–nen trên hình 14.4, ta có:

$$U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2 \qquad (1)$$

Trong đó:

$$U_R = RI;\ U_L = Z_LI;\ U_C = Z_CI \qquad (2)$$

$Z_L = L\omega$ = cảm kháng; $Z_C = \frac{1}{C\omega}$ = dung kháng

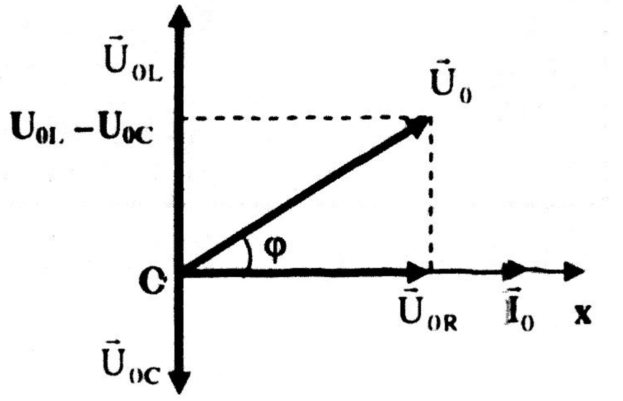
Thế (2) vào (1) ta có:

$$\cdot U = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}\ .\ I$$

$$\Rightarrow I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \frac{U}{Z}$$

$$\Rightarrow Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$

= tổng trở mạch



Hình 14.4

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

?

14.1. Phát biểu định luật Ôm đối với mọi mạch điện xoay chiều có R, L, C mắc nối tiếp.

Trả lời

Cường độ hiệu dụng trong mạch điện xoay chiều có giá trị bằng thương số điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mạch và tổng trở của mạch.

$$I = \frac{U}{Z}\text{ , với } Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$

14.2. Dòng nào ở cột **A** tương ứng với dòng nào ở cột **B**?

A	B
1. Mạch R	a) u sớm pha so với i
2. Mạch R, C nối tiếp	b) u sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với i
3. Mạch R, L nối tiếp	c) u trễ pha so với i
4. Mạch R, L, C nối tiếp ($Z_L > Z_C$)	d) u trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với i
5. Mạch R, L, C nối tiếp ($Z_L < Z_C$)	e) u cùng pha so với i
6. Mạch R, L, C nối tiếp ($Z_L = Z_C$)	f) cộng hưởng

Trả lời

1. → e) ; 2. → c); 3. → a) ; 4. → a); 5. → c) ; 6. f)

Hướng dẫn

Gọi $\varphi = \varphi_u - \varphi_i$

- Mạch R $\Rightarrow \varphi = 0 \Rightarrow$ u cùng pha so với i
- Mạch R, C nối tiếp $\Rightarrow \tan\varphi = -\frac{Z_C}{R} < 0 \Rightarrow \varphi < 0 \Rightarrow$ u trễ pha so với i
- Mạch R, L nối tiếp $\Rightarrow \tan\varphi = \frac{Z_L}{R} > 0 \Rightarrow \varphi > 0 \Rightarrow$ u sớm pha so với i
- Mạch R, L, C nối tiếp ($Z_L > Z_C$) $\Rightarrow \tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} < 0 \Rightarrow \varphi < 0 \Rightarrow$ u trễ pha so với i.
- Mạch R, L, C nối tiếp ($Z_C < Z_L$) $\Rightarrow \tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} > 0 \Rightarrow \varphi > 0 \Rightarrow$ u sớm pha so với i.
- Mạch R, L, C nối tiếp ($Z_C = Z_L$) $\Rightarrow \tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = 0 \Rightarrow \varphi > 0$; cộng hưởng điện.

14.3. Trong mạch điện xoay chiều mắc nối tiếp, cộng hưởng là gì? Đặc trưng của cộng hưởng?

Trả lời

Trong mạch điện xoay chiều R, L, C mắc nối tiếp, cộng hưởng là khi:

$$Z_L = Z_C$$

Đặc trưng của cộng hưởng:

- $\varphi = 0$, tức u cùng pha với i.
- $I = I_{max} = \dfrac{U}{R}$; $U = U_R$

▼

14.4. Mạch điện xoay chiều gồm có $R = 20\ \Omega$ nối tiếp với tụ điện $C = \dfrac{1}{2000\pi}$ F.

Xác định cường độ tức thời i, biết $u = 60\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V).

Hướng dẫn giải

$$Z_C = \frac{1}{C\omega} = 20\ \Omega\ ;\ Z = \sqrt{R^2 + Z_C^2} = 20\sqrt{2}\ \Omega$$

Cường độ dòng điện qua mạch có biểu thức là:

$$i = I_0\cos(100\pi t - \varphi)$$

Trong đó: $I_0 = \dfrac{U_0}{Z} = 3$ A ; $\tan\varphi = -\dfrac{Z_C}{R} = -1 \Rightarrow \varphi = -\dfrac{\pi}{4}$

$$\Rightarrow i = 3\cos(100\pi t + \frac{\pi}{4})\ (A)$$

Đáp số: $i = 3\cos(100\pi t + \frac{\pi}{4})$ *(A)*

14.5. Mạch điện xoay chiều gồm có $R = 30\ \Omega$ nối tiếp với cuộn cảm $L = \dfrac{0,3}{\pi}$ H.

Cho điện áp tức thời giữa hai đầu mạch $u = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V). Xác định i.

Hướng dẫn giải

$$Z_L = L\omega = 30\ \Omega\ ;\ Z = \sqrt{R^2 + Z_L^2} = 30\sqrt{2}\ \Omega$$

Biểu thức của cường độ dòng điện qua mạch là:

$$i = I_0\cos(100\pi t - \varphi)$$

Trong đó: $I_0 = \dfrac{U_0}{Z} = 4$ A ; $\tan\varphi = \dfrac{Z_L}{R} = 1 \Rightarrow \varphi = \dfrac{\pi}{4}$

$$\Rightarrow i = 4\cos(100\pi t - \frac{\pi}{4})\ (A)$$

Đáp số: $i = 4\cos(100\pi t - \frac{\pi}{4})$ *(A)*

14.6. Mạch điện xoay chiều gồm có $R = 30\ \Omega$ nối tiếp với tụ điện C. Cho điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mạch bằng 100 V, giữa hai đầu tụ điện bằng 80 V, tính Z_C và cường độ hiệu dụng I.

Hướng dẫn giải

$$U = 100\text{ V};\ U_C = 80\text{ V}$$

$$U^2 = U_R{}^2 + U_L{}^2 \Rightarrow U_R = \sqrt{U^2 - U_C^2} = 60\text{ V}$$

Cường độ hiệu dụng bằng: $I = \dfrac{U_R}{R} = 2\text{ A}$

Dung kháng bằng: $Z_C = \dfrac{U_C}{I} = 40\ \Omega$

Đáp số: $I = 2A$; $Z_C = 40\ \Omega$

14.7. Mạch điện xoay chiều gồm có $R = 40\ \Omega$ nối tiếp với cuộn cảm L. Cho điện áp tức thời giữa hai đầu mạch $u = 80\cos 100\pi t$ (V) và điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm $U_L = 40$ V.

a) Xác định Z_L.

b) Viết biểu thức của i.

Hướng dẫn giải

a) Xác định Z_L: $U = \dfrac{U_m}{\sqrt{2}} = 40\sqrt{2}$ V; $U_L = 40$ V

$$U^2 = U_R{}^2 + U_L{}^2 \Rightarrow U_R = \sqrt{U^2 - U_L^2} = 40\text{ V}$$

Cường độ hiệu dụng bằng: $I = \dfrac{U_R}{R} = 1\text{ A}$

Cảm kháng bằng: $Z_L = \dfrac{U_L}{I} = 40\ \Omega$

b) Biểu thức của cường độ dòng điện qua mạch là: $i = I_0\cos(100\pi t - \varphi)$

Trong đó: $I_0 = I\sqrt{2} = \sqrt{2}$ A ; $\tan\varphi = \dfrac{Z_L}{R} = 1 \Rightarrow \varphi = \dfrac{\pi}{4}$

$$\Rightarrow i = \sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)\text{ (A)}$$

Đáp số: a) $Z_L = 40\ \Omega$; b) $i = \sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (A)

14.8 Mạch điện xoay chiều gồm có $R = 30\ \Omega$, $C = \dfrac{1}{5000\pi}$ F, $L = \dfrac{0{,}2}{\pi}$ H. Cho điện áp tức thời giữa hai đầu mạch $u = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V). Viết biểu thức của i.

Hướng dẫn giải

$$Z_L = L\omega = 20\ \Omega;\ Z_C = \frac{1}{C\omega} = 50\ \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = 30\sqrt{2}\ \Omega$$

$$I_0 = \frac{U_0}{Z} = 4\ \text{A}$$

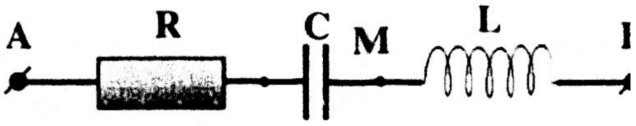
Biểu thức của cường độ dòng điện qua mạch là: $i = I_0\cos(100\pi t - \varphi)$

Trong đó: $\tan\varphi = \dfrac{Z_L - Z_C}{R} = \dfrac{20 - 50}{30} = -1 \Rightarrow \varphi = -\dfrac{\pi}{4}$

$$\Rightarrow i = 4\cos(100\pi t + \frac{\pi}{4})\ (\text{A})$$

Đáp số: *$i = 4\cos(100\pi t + \frac{\pi}{4})$ (A).*

14.9. Mạch điện xoay chiều gồm có $R = 40\ \Omega$, $C = \dfrac{1}{4000\pi}$ F, $L = \dfrac{0{,}1}{\pi}$ H. Cho điện áp tức thời giữa hai đầu mạch:



Hình 14.5

$$u = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t\ (\text{V})$$

a) Viết biểu thức của i.

b) Tính U_{AM} (hình 14.5)

Hướng dẫn giải

a) Viết biểu thức của i: $Z_L = L\omega = 10\ \Omega$; $Z_C = \dfrac{1}{C\omega} = 40\ \Omega$

$$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = 50\ \Omega$$

$$I_0 = \frac{U_0}{Z} = 2{,}4\sqrt{2}\ \text{A};\quad I = 2{,}4\ \text{A}$$

Biểu thức của cường độ dòng điện qua mạch là:

$$i = I_0\cos(100\pi t - \varphi)$$

Trong đó: $\tan\varphi = \dfrac{Z_L - Z_C}{R} = \dfrac{10 - 40}{40} = -\dfrac{3}{4} \Rightarrow \varphi = -\dfrac{37\pi}{180}$

$$\Rightarrow i = 2{,}4\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{37\pi}{180})\ (\text{A})$$

b) Tính U_{AM}: $U_{AM} = I.Z_{AM} = I\sqrt{R^2 + Z_C^2} = 2{,}4 . 40\sqrt{2} = 96\sqrt{2}$ V

Đáp số: ***a)*** *$i = 2{,}4\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{37\pi}{180})$ (A);* ***b)*** *$U_{AM} = 96\sqrt{2}$ V*

14.10. Mạch điện xoay chiều gồm có $R = 20\ \Omega$, $L = \dfrac{0{,}2}{\pi}$ H và $C = \dfrac{1}{2000\pi}$ F. Cho điện áp tức thời giữa hai đầu mạch $u = 80\cos 100\pi t$ (V). Tính ω để trong mạch có cộng hưởng. Khi đó viết biểu thức của i.

Hướng dẫn giải

Trong mạch điện xoay chiều R, L, C mắc nối tiếp, cộng hưởng là khi:

$$Z_L = Z_C \Rightarrow L\omega = \frac{1}{C\omega} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{1}{LC}} = 100\pi \text{ rad/s}$$

$$Z = R \Rightarrow I_0 = \frac{U_0}{R} = 4 \text{ A}; \varphi = 0$$

Biểu thức của cường độ dòng điện qua mạch là:

$$i = I_0\cos(100\pi t - \varphi) \Rightarrow i = 4\cos 100\pi t \text{ (A)}$$

Đáp số:** $\omega = 100\pi$ **rad/s; i = 4cos100πt (A)

14.11. Chọn câu đúng

Đoạn mạch RLC mắc nối tiếp có $R = 40\ \Omega$, $\frac{1}{C\omega} = 20\ \Omega$, $\omega L = 60\ \Omega$. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp $u = 240\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V). Cường độ dòng điện tức thời trong mạch là:

A. $i = 3\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (A)

B. $i = 6\cos(\omega t + \frac{\pi}{4})$ (A)

C. $i = 3\sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{\pi}{4})$ (A)

D. $i = 6\cos(100\pi t - \frac{\pi}{4})$ (A)

Hướng dẫn giải

$$Z_L = L\omega = 60\ \Omega;\ Z_C = \frac{1}{C\omega} = 20\ \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = 40\sqrt{2}\ \Omega;\ I_0 = \frac{U_0}{Z} = 6 \text{ A}$$

Biểu thức của cường độ dòng điện qua mạch là: $i = I_0\cos(100\pi t - \varphi)$

Trong đó: $\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{60 - 20}{40} = 1 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{4}$

$$\Rightarrow i = 6\cos(100\pi t - \frac{\pi}{4}) \text{ (A)}$$

Đáp án: D

14.12. Chọn câu đúng

Đoạn mạch RLC mắc nối tiếp có $R = 40\ \Omega$, $\frac{1}{C\omega} = 30\ \Omega$, $\omega L = 30\ \Omega$. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp $u = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V). Biểu thức của cường độ dòng điện tức thời trong mạch là:

A. $i = 3\cos(100\pi t - \frac{\pi}{2})$(A)

B. $i = 3\sqrt{2}$ (A)

C. $i = 3\cos 100\pi t$ (A)

D. $i = 3\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (A)

Hướng dẫn giải

$$Z_L = L\omega = 30\ \Omega;\ Z_C = \frac{1}{C\omega} = 30\ \Omega$$

$$\Rightarrow Z_L = Z_C \Rightarrow \text{Cộng hưởng điện}$$

$$Z = R \Rightarrow I_0 = \frac{U_0}{R} = 3\sqrt{2}\ A;\ \varphi = 0$$

Biểu thức của cường độ dòng điện qua mạch là:

$$i = I_0\cos(100\pi t - \varphi) \Rightarrow i = 3\sqrt{2}\cos 100\pi t\ (A)$$

Đáp án: D

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

14.13. Chọn câu trả lời đúng

Một cuộn dây có điện trở r = 30 Ω, độ tự cảm L. Độ lệch pha giữa điện áp hai đầu cuộn dây và dòng điện trong mạch là 60°. Cảm kháng của cuộn dây là:

A. $10\sqrt{3}$ Ω B. $15\sqrt{3}$ Ω C. 30 Ω D. $30\sqrt{3}$ Ω

14.14. Chọn câu trả lời đúng

Điện áp giữa hai đầu một đoạn mạch điện xoay chiều chỉ có cuộn dây có điện trở hoạt động R = 100 Ω, độ tự cảm $L = \frac{1}{\pi}$ H có biểu thức:

$$u = 100\sqrt{2}\sin 100\pi t\ (V)$$

Biểu thức của cường độ dòng điện trong mạch là:

A. $i = \cos(100\pi t - \frac{\pi}{4})(A)$ B. $i = \cos(100\pi t + \frac{\pi}{2})(A)$

C. $i = \sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{4})(A)$ D. $i = \sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{\pi}{6})(A)$

14.15. Chọn câu trả lời đúng

Cho một đoạn mạch điện xoay chiều gồm cuộn dây có điện trở r, độ tự cảm L mắc nối tiếp với một điện trở thuần R = 10 Ω. Biết điện áp giữa hai đầu mạch và cường độ dòng điện qua mạch có biểu thức:

$$u = 100\sqrt{2}\sin 100\pi t\ (V);\ i = 2\sqrt{2}\sin(100\pi t - \frac{\pi}{3})(A)$$

Giá trị của r bằng:

A. 15 Ω B. 25 Ω C. $25\sqrt{2}$ Ω D. 50 Ω

14.16. Cho một đoạn mạch điện AC như hình 14.6

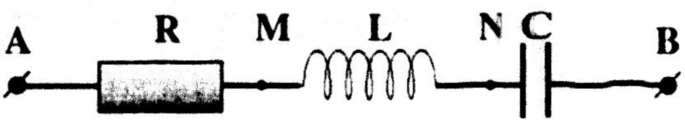
Biết biểu thức của điện áp: $u_{AB} = U_0\cos 100\pi t$ (V)

Người ta đo được các giá trị hiệu dụng :

U_{AM} = 20 V ; U_{MN} = 15 V

U_{NB} = 30V.

Viết biểu thức của điện áp giữa hai đầu tụ C.

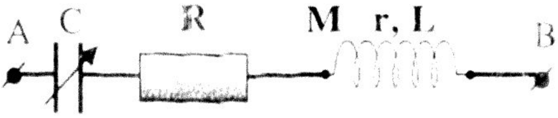


Hình 14.6

14.17. Cho một mạch điện xoay chiều như hình 14.7. Biết:

$u_{AB} = u = 200\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{6})(V)$

Điều chỉnh C sao cho cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch đạt cực đại và bằng 2 A. Khi đó:



Hình **14.7**

$$u_{MB} = 100\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{2})\ (V)$$

a) Tính r , R , L và C.

b) Viết biểu thức của điện áp u_{AM}.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

14.13. ***D***

$$\mathrm{tg}\varphi = \frac{Z_L}{r} = \mathrm{tg}\,60^0 = \sqrt{3}$$

$$\Rightarrow Z_L = r\sqrt{3} = 30\sqrt{3}\,\Omega$$

14.14. ***A***

$$Z_L = L\omega = 100\,\Omega;\ Z = \sqrt{R^2 + Z_L^2} = 100\sqrt{2}\,\Omega$$

$$i = I_0\cos(100\pi t - \varphi)$$

$$I_0 = \frac{U_0}{Z} = 1\text{ A};\ \mathrm{tg}\varphi = \frac{Z_L}{R} = 1 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{4}$$

$$\Rightarrow i = \cos(100\pi t - \frac{\pi}{4})\ (A)$$

14.15. ***A***

$$Z^2 = (R + r)^2 + Z_L^2 = \left(\frac{U}{I}\right)^2 = 50^2 \Rightarrow Z = 50\,\Omega$$

$$\cos\varphi = \frac{R + r}{Z} = \cos\frac{\pi}{3} = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow r = \frac{1}{2}Z - R = 15\,\Omega$$

14.16. Biểu thức của điện áp giữa hai đầu tụ C: $u_C = U_{0C}\cos(100\pi t - \varphi + \varphi_C)$

Trong đó: $U_{0C} = U_{0NB} = 30\sqrt{2}$ V

$$\mathrm{tg}\varphi = \frac{U_{MN} - U_{NB}}{U_{AM}} = -\,0{,}75 \Rightarrow \varphi = -\frac{37\pi}{180};\ \varphi_C = -\frac{\pi}{2}$$

Do đó: $u_C = 30\sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{53\pi}{180})(V)$

Đáp số: $u_C = 30\sqrt{2}\cos(10\ \pi t - \frac{53\pi}{180})(V)$

14.17.

a) Ta có: $I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{(R+r)^2 + (Z_L - Z_C)^2}}$

Điều chỉnh C cho $I = I_{max}$ khi: $Z_C = Z_L \Rightarrow$ cộng hưởng điện

$$\Rightarrow Z = R + r = \frac{U}{I} = 100\,\Omega \quad (1)$$

$$\text{và: } \varphi = \varphi_{AB} = \varphi_u - \varphi_i = 0 \Rightarrow \varphi_i = \varphi_u = \frac{\pi}{6}$$

$$\Rightarrow \varphi_{MB} = \varphi_{uMB} - \varphi_i = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{3}$$

Mặt khác: $Z_{MB} = \frac{U_{MB}}{I} = 50\,\Omega$

$$\Rightarrow \cos\varphi_{MB} = \frac{r}{Z_{MB}} = \cos\frac{\pi}{3} = \frac{1}{2} \Rightarrow r = 25\,\Omega$$

Thế vào (1) suy ra: $R = 75\,\Omega$

Mà: $\tan\varphi_{MB} = \frac{Z_L}{r} = \tan\frac{\pi}{3} = \sqrt{3}$

$$\Rightarrow Z_L = 25\sqrt{3}\,\Omega \Rightarrow L = \frac{\sqrt{3}}{4\pi}\,H$$

$$\Rightarrow Z_C = Z_L = 25\sqrt{3}\,\Omega \Rightarrow C = \frac{1}{Z_C\omega} = \frac{4.10^{-4}}{\sqrt{3}\pi}\,F$$

b) Biểu thức của điện áp u_{AM}:

Vì $u_{AB} = u = 200\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{6})(V)$ và $\varphi = 0$ nên:

$$u_{AM} = U_{oAM}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{6} + \varphi_{AM})$$

Trong đó: $\tan\varphi_{AM} = -\frac{Z_C}{R} = -\frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \varphi_{AM} = -\frac{\pi}{6}$

$$\cos\varphi_{AM} = \frac{R}{Z_{AM}} = \cos(-\frac{\pi}{6}) = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\Rightarrow Z_{AM} = 50\sqrt{3}\,\Omega$$

$$\Rightarrow U_{0AM} = Z_{AM}.I_0 = 50\sqrt{3}.2\sqrt{2} = 100\sqrt{6}\,V$$

$$\Rightarrow u_{AM} = 100\sqrt{6}\cos 100\pi t\,(V)$$

Đáp số: *a)* $r = 25\,\Omega$; $R = 75\,\Omega$; $L = \frac{\sqrt{3}}{4\pi}\,H$; $C = \frac{4.10^{-4}}{\sqrt{3}\pi}\,F$

b) $u_{AM} = 100\sqrt{6}\cos 100\pi t\,(V)$

Bài 15 – CÔNG SUẤT ĐIỆN TIÊU THỤ CỦA MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU – HỆ SỐ CÔNG SUẤT

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Công suất của mạch điện AC

a) Công thức tổng quát cho công suất trung bình tiêu thụ của mạch điện bất kì

$$P = UI\cos\varphi$$

Trong đó:

U là điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mạch.

I là cường độ hiệu dụng trong mạch.

UI là công suất biểu kiến (công suất danh định).

cosφ là hệ số công suất của mạch.

b) Trường hợp đặc biệt

➢ ***Mạch $R_1 \ldots R_m\ L_1 \ldots L_n C_1 \ldots C_p$ nối tiếp***

$$P = UI\cos\varphi = (R_1 + \ldots + R_m)\, I^2$$

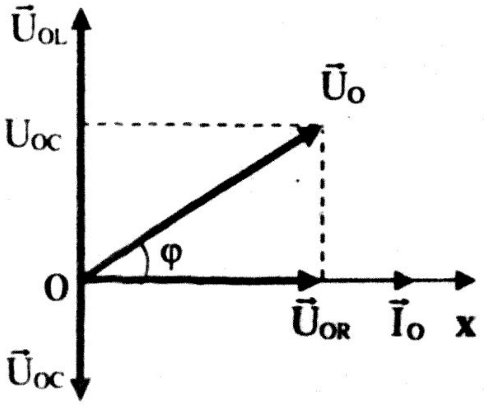
Trong đó: $U = ZI$; $\cos\varphi = \dfrac{R_1 + \ldots + R_m}{Z}$

➢ ***Mạch RLC nối tiếp (hình 15.1)***

$$P = UI\cos\varphi = RI^2$$

Trong đó: $U = ZI$

$$\cos\varphi = \frac{U_{0R}}{U_0} = \frac{U_R}{U} = \frac{R}{Z}$$



Hình 15.1

c) Ý nghĩa của hệ số công suất

- **Khi $\cos\varphi = 1$, tức $\varphi = 0$. Mạch chỉ chứa điện trở thuần R hay mạch RLC cộng hưởng. Công suất tiêu thụ của mạch lớn nhất và $P = UI$.**
- **Khi $\cos\varphi = 0$, tức $\varphi = \pm\dfrac{\pi}{2}$.**

  Mạch chỉ chứa hoặc L, hoặc C hoặc LC. Công suất tiêu thụ của mạch nhỏ nhất và $P = 0$.
- Khi $0 < \cos\varphi < 1$ tức $-\dfrac{\pi}{2} < \cos\varphi < 0$ hay $0 < \cos\varphi < +\dfrac{\pi}{2}$:

$P = UI\cos\varphi < UI$. Công suất tiêu thụ của mạch nhỏ hơn công suấ mà dòng điện cung cấp cho mạch.

- Để tăng hiệu quả sử dụng điện năng, ta phải tìm cách nâng ca hệ số công suất. Thực tế, người ta không dùng các thiết bị điệ có $\cos\varphi < 0,85$.

2. Điều kiện để công suất mạch đạt giá trị cực đại

➢ ***Nếu R, U = const. Thay đổi L hoặc C ,hoặc ω, hoặc f***

$$P = R.\frac{U^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$

$$\Rightarrow P = P_{max} = \frac{U^2}{R} \text{ khi } Z_L = Z_C\text{: cộng hưởng điện} \Rightarrow \cos\varphi = 1$$

➢ ***Nếu L , C , ω, U = const. Thay đổi R***

$$P = \frac{U^2}{R + \dfrac{(Z_L - Z_C)^2}{R}}$$

$$\Rightarrow P = P_{max} = \frac{U^2}{2R} \text{ khi } R = |Z_L - Z_C| \text{ (Bất đẳng thức Côsi)}$$

$$\Rightarrow Z = R\sqrt{2} \Rightarrow \cos\varphi = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Nhắc lại các công thức tính công suất điện tiêu thụ trong một mạch điện không đổi.

Trả lời

Công suất điện tiêu thụ trong một mạch điện không đổi có điện trở R, điện áp giữa hai đầu mạch U và cường độ dòng điện trong mạch I:

$$P = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R}$$

C2. Bổ sung vào cho đầy đủ bảng sau:

Mạch	cosφ
chỉ chứa R	1
chỉ chứa C	0
R,C nối tiếp	$\dfrac{R}{\sqrt{R^2 + \dfrac{1}{\omega^2 C^2}}}$
chỉ chứa L	?
R, L nối tiếp	?

Trả lời

Mạch	cosφ
chỉ chứa R	1
chỉ chứa C	0
R.C nối tiếp	$\dfrac{R}{\sqrt{R^2 + \dfrac{1}{\omega^2 C^2}}}$
chỉ chứa L	0
R, L nối tiếp	$\dfrac{R}{\sqrt{R^2 + (L\omega)^2}}$

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

?

15.1. Công suất tiêu thụ điện trong một mạch điện xoay chiều phụ thuộc vào những đại lượng nào?

Trả lời

Công suất tiêu thụ điện trong một mạch điện xoay chiều được tính bởi công thức: $P = UI\cos\varphi$

Do đó nó phụ thuộc vào hiệu điện thế giữa hai đầu mạch, cường độ dòng điện qua mạch và độ lệch pha giữa chúng.

▼

15.2. Hệ số công suất của một mạch điện RLC nối tiếp bằng:

A. RZ B. $\dfrac{Z_L}{Z}$ C. $\dfrac{R}{Z}$ D. $\dfrac{Z_C}{Z}$

Hướng dẫn giải

Hệ số công suất của một mạch điện xoay chiều bằng: $\dfrac{R}{Z}$

Đáp án: C

15.3. Hệ số công suất của một mạch điện xoay chiều gồm R, L, C nối tiếp với $Z_L = Z_C$:

A. bằng 0 B. bằng 1 C. phụ thuộc R. D. phụ thuộc $\dfrac{Z_C}{Z_L}$

Hướng dẫn giải

Hệ số công suất của một mạch điện xoay chiều gồm R, L, C nối tiếp được tính bởi công thức: $\cos\varphi = \dfrac{R}{Z} = \dfrac{R}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}$

Khi $Z_L = Z_C \Rightarrow \cos\varphi = 1$.

Đáp án: B

15.4. Mạch điện xoay chiều nối tiếp $R = 10\ \Omega$; $Z_L = 8\ \Omega$; $Z_C = 6\ \Omega$ với tần số f. Giá trị của tần số để hệ số công suất bằng 1:

A. là một số nhỏ hơn f.	B. là một số lớn hơn f.

C. là một số bằng hơn f.	D. không tồn tại.

Hướng dẫn giải

Gọi f' là tần số để hệ số công suất bằng 1, khi đó:

$$Z_L' = 2\pi f' L = Z_C' = \frac{1}{2\pi f' C} \Rightarrow f' = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \qquad (1)$$

Với: $$L = \frac{Z_L}{2\pi f};\ C = \frac{1}{2\pi f Z_C} \Rightarrow \sqrt{LC} = \frac{1}{2\pi f}\sqrt{\frac{Z_L}{Z_C}} \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra: $f' = f\sqrt{\frac{Z_C}{Z_L}} = \sqrt{\frac{6}{8}}\,f < f$

Vậy, giá trị của tần số để hệ số công suất bằng 1 là một số nhỏ hơn f.

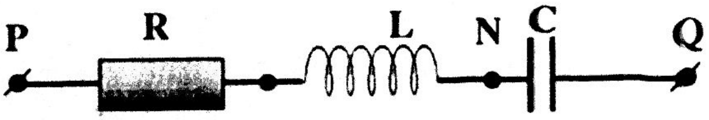
Đáp án: A

15.5. Cho mạch điện trên hình 15.2, trong đó L là một cuộn cảm thuần, điện áp hai đầu mạch:

$u_{PQ} = 60\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V), các điện áp hiệu dụng $U_{NP} = U_{NQ} = 60$ V. Hệ số công suất của mạch là bao nhiêu?

A. $\frac{\sqrt{3}}{2}$	B. $\frac{1}{3}$

C. $\frac{\sqrt{2}}{2}$	D. $\frac{1}{2}$



Hình 15.2

Hướng dẫn giải

$$U_C = U_{NQ} = 60\ \text{V} \qquad (1)$$
$$U_{NP}^2 = U_R^2 + U_L^2 = 60^2 \qquad (2)$$
$$U_{PQ}^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2 = 60^2 \qquad (3)$$

Từ (2) và (3) suy ra: $(U_L - U_C)^2 = U_L^2 \Rightarrow U_L - U_C = \pm U_L$

Trường hợp dấu (+): Vô nghiệm

Trường hợp dấu (–): $$U_L = \frac{U_C}{2} = 30\ \text{V} \qquad (4)$$

Thế (4) vào (2) ta được: $U_R = \sqrt{U_{NP}^2 - U_L^2} = 30\sqrt{3}$ V

Hệ số công suất của mạch là: $\cos\varphi = \frac{U_R}{U_{PQ}} = \frac{30\sqrt{3}}{60} = \frac{\sqrt{3}}{2}$

Đáp án A

15.6. Mạch điện xoay chiều nối tiếp gồm $R = 30\ \Omega$; $L = \frac{5,0}{\pi}$ mH; $C = \frac{50}{\pi}\ \mu F$ cung cấp bởi điện áp hiệu dụng 100 V, f = 1 kHz. Hãy xác định công suất tiêu thụ và hệ số công suất.

Hướng dẫn giải

$$\omega = 2\pi f = 2\pi\ .\ 1000 = 2000\pi\ \text{rad/s}$$

$$Z_L = L\omega = 10\ \Omega;\ Z_C = \frac{1}{C\omega} = 10\ \Omega \Rightarrow Z_L = Z_C$$

$$\Rightarrow Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = R = 30\ \Omega$$

$$\Rightarrow I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{R} = \frac{10}{3}\ \text{A}$$

Công suất tiêu thụ và hệ số công suất:

$$P = RI^2 = 30\ .\left(\frac{10}{3}\right)^2 \approx 333,3\ \text{W và } \cos\varphi = \frac{R}{Z} = 1$$

Đáp số: P = 333,3 W; cosφ = 1

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

15.7. Chọn câu trả lời đúng

Một mạch điện gồm R, C mắc nối tiếp vào một mạng điện xoay chiều có giá trị hiệu dụng không đổi và có tần số f thay đổi được. Khi tăng tần số f, công suất tiêu thụ của mạch:

A. tăng B. giảm

C. không đổi D. biến thiên điều hòa với tần số f.

15.8. Chọn câu trả lời đúng

Đặt điện áp có biểu thức: $u = 100\sqrt{2}\cos 100\pi t (V)$ vào hai đầu một đoạn mạch điện xoay chiều gồm RLC nối tiếp, với C, R có độ lớn không đổi, $L = \frac{1}{\pi} H$. Khi đó điện áp hiệu dụng hai đầu mỗi phần tử R, L và C có độ lớn như nhau. Công suất tiêu thụ của đoạn mạch là:

A. 100 W B. 200 W C. 250 W D. 350 W

15.9. Chọn câu trả lời đúng

Một cuộn dây có điện trở R và hệ số tự cảm L được mắc vào mạng điện AC có điện áp: $u = U_0\cos 100\pi t$ (V)

Dòng điện qua cuộn dây có cường độ hiệu dụng I = 10 A và trễ pha $\frac{\pi}{3}$ so với điện áp u. Biết công suất tiêu hao trên cuộn dây là P = 200 W. Giá trị của U_0 bằng:

A. $20\sqrt{2}$ V B. 40 V C. $40\sqrt{2}$ V D. 80 V

15.10. Chọn câu trả lời đúng

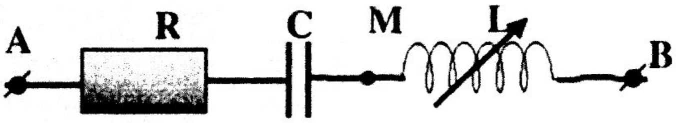
Cho mạch điện gồm RLC mắc nối tiếp. Biết $L = \frac{2}{\pi}$ H, $C = \frac{10^{-4}}{\pi}$ F, R là biến trở. Biết điện áp giữa hai đầu đoạn mạch là:

$u = 200\cos 100\pi t$ (V). Thay đổi R để công suất mạch đạt cực đại. Khi đó:

A. $P_{max} = 100$ W
B. $P_{max} = 200$ W
C. $P_{max} = 400$ W
D. Một giá trị khác.

15.11. Chọn câu trả lời đúng

Cho một mạch điện như hình 15.3. Điện áp giữa hai đầu AB ổn định và có biểu thức: $u_{AB} = 240\cos 100\pi t$ (V)

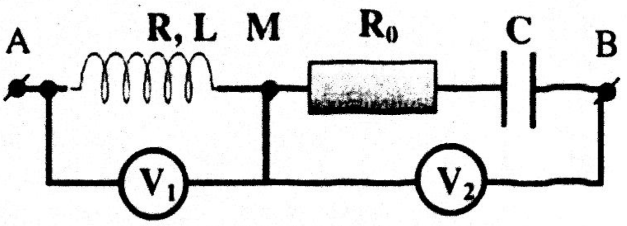


Hình 15.3

Cuộn dây thuần cảm kháng có độ tự cảm L thay đổi được, điện trở $R = 100\ \Omega$, tụ điện có điện dung C. Mắc vào hai điểm M, B một ampe kế nhiệt thì số chỉ là 1,2 A. Lấy ampe kế ra, điều chỉnh L sao cho điện áp đo được giữa hai điểm M và B đạt giá trị cực đại. Bỏ qua điện trở của ampe kế và của các dây nối. Hệ số công suất của mạch khi đó là:

A. $\cos\varphi = 0$
B. $\cos\varphi = \frac{1}{2}$
C. $\cos\varphi = \frac{\sqrt{2}}{2}$
D. $\cos\varphi = 1$

15.12. Cho một đoạn mạch điện như hình 15.4.



Hình 15.4

Cho $R_0 = 100\sqrt{3}\ \Omega$, $C = \frac{10^{-4}}{\pi}$ F, f = 50 Hz. Điện áp giữa hai đầu đoạn mạch AM sớm pha hơn điện áp giữa hai đầu MB một góc $\frac{5\pi}{12}$. Vôn kế V_1 chỉ $100\sqrt{2}$ V, vôn kế V_2 chỉ 100 V. Điện trở các vôn kế là rất lớn. Tính công suất tiêu thụ của mạch.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

15.7. *A*

Công suất tiêu thụ trong mạch điện xoay chiều RC nối tiếp:

$$P = RI^2 = \frac{U^2}{Z^2} = R.\frac{U^2}{R^2 + Z_C{}^2} = R.\frac{U^2}{R^2 + \frac{1}{(2\pi fC)^2}}$$

⇒ Khi tăng tần số f, công suất tiêu thụ của mạch tăng.

15.8. *A*

Điện áp hiệu dụng ở hai đầu đoạn mạch:

$$U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2$$

Mà theo đề: $U_R = U_L = U_C \Rightarrow U_L = U_C = U_R = U = 100\ \text{V}$

$$\Rightarrow Z = R = Z_C = Z_L = L\omega = 100\ \Omega$$

Công suất tiêu thụ của đoạn mạch là: $P = \dfrac{U^2}{R} = 100\ \text{W}$

15.9. *C*

$$P = UI\cos\varphi \Rightarrow U_0 = U\sqrt{2} = \frac{P\sqrt{2}}{I\cos\varphi} = \frac{200\sqrt{2}}{10\cos\frac{\pi}{3}} = 40\sqrt{2}\ \text{V}$$

15.10. *A*

$$Z_L = L\omega = 200\ \Omega;\ Z_C = \frac{1}{C\omega} = 100\ \Omega$$

Thay đổi R để công suất mạch đạt cực đại. Khi đó:

$$R = |Z_L - Z_C| = 100\ \Omega \Rightarrow P_{max} = \frac{U^2}{2R} = 100\ \text{W}$$

15.11. *C*

Mắc vào hai điểm M, B ampe kế nhiệt ⇒ mạch RC. Tổng trở mạch khi đó thỏa:

$$Z_1^2 = R^2 + Z_C^2 = \left(\frac{U}{I}\right)^2 = (100\sqrt{2})^2 \Rightarrow Z_C = 100\ \Omega$$

Lấy ampe kế ra ⇒ mạch RLC. Điều chỉnh L sao cho điện áp đo được giữa hai điểm M và B đạt giá trị cực đại. Khi đó:

$$Z_L = \frac{R^2 + Z_C^2}{Z_C} = 200\ \Omega$$

Tổng trở mạch khi đó: $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = 100\sqrt{2}\ \Omega$

Hệ số công suất của mạch khi đó: $\cos\varphi = \dfrac{R}{Z} = \dfrac{\sqrt{2}}{2}$

15.12.

$$Z_C = \frac{1}{C\omega} = 100\ \Omega$$

Theo đề ta sẽ có: $\varphi_{u_{AM}} - \varphi_{u_{MB}} = \dfrac{5\pi}{12} \Rightarrow (\varphi_{u_{AM}} - \varphi_i) - (\varphi_{u_{MB}} - \varphi_i) = \dfrac{5\pi}{12}$

$$\Rightarrow \varphi_{AM} - \varphi_{MB} = \frac{5\pi}{12} \Rightarrow \varphi_{AM} = \frac{5\pi}{12} + \varphi_{MB}$$

Mà: $\operatorname{tg}\varphi_{MB} = -\dfrac{Z_C}{R_0} = -\dfrac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \varphi_{MB} = -\dfrac{\pi}{6} \Rightarrow \varphi_{AM} = \dfrac{\pi}{4}$

Mặt khác: $\cos\varphi_{MB} = \frac{R_0}{Z_{MB}} = \cos(-\frac{\pi}{6}) = \frac{\sqrt{3}}{2}$

$$\Rightarrow Z_{MB} = 200\ \Omega \Rightarrow I = \frac{U_2}{Z_{MB}} = 0,5\ A$$

$$\Rightarrow Z_{AM} = \frac{U_1}{I} = 200\sqrt{2}\ \Omega$$

Mặt khác: $\cos\varphi_{AM} = \frac{R}{Z_{AM}} = \cos\frac{\pi}{4} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow R = 200\ \Omega$

Công suất của đoạn mạch là: $P = (R + R_0).I^2 = 93,3\ W$

Đáp số: P = 93,3 W

Bài 16 – TRUYỀN TẢI ĐIỆN NĂNG – MÁY BIẾN ÁP

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Giảm hao phí điện năng khi truyền tải đi xa

- *Công suất hao phí khi truyền tải điện năng đi xa*

  + Yêu cầu của việc truyền tải điện năng là giảm hao phí điện năng từ nơi sản xuất đến nơi tiêu thụ điện và giảm kinh phí xây dựng đường dây truyền tải.

  Gọi $P_{phát}$ là công suất điện ở nhà máy phát điện cần truyền tải

  $U_{phát}$ là điện áp ở hai đầu mạch .

  I = cường độ dòng điện hiệu dụng trên đường truyền tải.

  R : điện trở tổng cộng của dây tải điện.

  $$P_{phát} = U_{phát}.I$$

  + Công suất hao phí trên đường dây là: $P_{hao} = RI^2 = R\frac{P^2_{phát}}{U^2_{phát}}$

- *Hai cách giảm hao phí điện năng khi truyền tải*

  ➢ Giảm R: phải tăng tiết diện dây và tăng sức chống đỡ của các trụ cột điện ⇒ Không kinh tế.

  ➢ Tăng $U_{phát}$: dùng máy biến thế (biến áp) ⇒ Ít tốn kém. Đó là biện pháp đang được sử dụng rộng rãi.

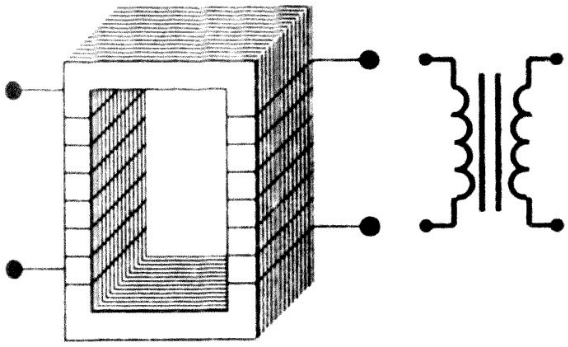
2. Biến áp (biến thế)

a) Định nghĩa

Máy biến áp là một thiết bị cho phép biến đổi điện áp của dòng điện AC.

b) Nguyên tắc cấu tạo gồm

- *Hai cuộn dây dẫn:* thường bằng đồng có điện trở nhỏ, quấn trên cùng một lõi thép chung có số vòng dây khác nhau:
    - ➢ Cuộn sơ cấp nối với mạch điện AC cần biến đổi điện áp, có số vòng dây N_1.
    - ➢ Cuộn thứ cấp nối với tải tiêu thụ, có số vòng dây N_2.



- *Lõi thép*: (Thép tôn silic) gồm nhiều lá thép mỏng ghép cách điện nhau.

c) Nguyên tắc hoạt động: dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.

+ Dòng điện AC qua cuộn sơ cấp làm phát sinh ra từ trường biến thiên trong lõi thép ⇒ từ thông qua *một vòng dây* của hai cuộn dây:

$$\phi = \phi_0\cos\omega t$$

+ Từ thông qua cuộn sơ cấp và thứ cấp:

$$\phi_1 = N_1\phi_0\cos\omega t \quad \text{và} \quad \phi_2 = N_2\phi_0\cos\omega t$$

+ Suất điện động cảm ứng trong cuộn thứ cấp:

$$e_2 = - -\frac{d\Phi_2}{dt} = \omega N_2\phi_0\cos\omega t$$

+ Trong cuộn thứ cấp có dòng điện cảm ứng biến thiên điều hòa, cùng tần số với dòng điện ở cuộn sơ cấp.

3. Hiệu suất biến áp

- ***Tỉ số biến áp*** $\dfrac{U_2}{U_1} = \dfrac{N_2}{N_1}$

  Nếu $\dfrac{N_2}{N_1} > 1$: máy tăng áp; Nếu $\dfrac{N_2}{N_1} < 1$: máy hạ áp.

- ***Hiệu suất biến áp*** $H = \dfrac{P_2}{P_1}$ (%)

  Với P_1 là công suất đưa vào ở mạch sơ cấp.

  P_2 công suất tiêu thụ ở mạch thứ cấp.

- ***Điều kiện lí tưởng*** $H = 1$

  Nếu bỏ qua sự hao phí điện năng của máy thì công suất ở hai mạch sơ cấp và thứ cấp bằng nhau : $U_1I_1 = U_2I_2$

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Tại sao muốn giảm r lại phải tăng tiết diện dây và tăng khối lượng đồng?

Trả lời

Điện trở r của dây dẫn được tính bởi công thức: $r = \rho\frac{l}{S}$

Trong đó: ρ là điện trở suất của dây, chỉ phụ thuộc vào vật liệu làm dây
l là chiều dài dây phụ thuộc vào khoảng cách từ nhà máy điện đến nơi tiêu thụ điện.
S là tiết diện dây.

Do đó để giảm r ta phải tăng tiết diện S, tức là tăng khối lượng dây.

C2. Tại sao các điện áp ở hay đầu cuộn sơ cấp và thứ cấp có cùng tần số?

Trả lời

Máy biến áp hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ. Khi đặt vào hai đầu cuộn sơ cấp một điện áp xoay chiều u_1 có tần số f. Trong cuộn sơ cấp sẽ có dòng điện xoay chiều i_1, có tần số f.

Dòng điện xoay chiều qua cuộn sơ cấp làm phát sinh ra từ trường biến thiên có tần số f trong lõi thép ⇒ từ thông qua cuộn thứ cấp biến thiên cũng có cùng tần số f và sinh ra một suất điện động cảm ứng e_2 cũng có tần số f trong cuộn thứ cấp. Suất điện động này sẽ cung cấp cho mạch ngoài của cuộn thứ cấp một điện áp u_2 cũng có tần số f.

Vì vậy, các điện áp ở hai đầu cuộn sơ cấp và thứ cấp có cùng tần số f.

C3. Giải thích sơ đồ thí nghiệm hình 16.4SGK.

Trả lời

Giữa hai đầu cuộn sơ cấp có một điện áp xoay chiều u_1. Trong cuộn sơ cấp sẽ có dòng điện xoay chiều i_1. Vôn kế V_1 và ampe kế A_2 sẽ chỉ giá trị hiệu dụng của điện áp U_1 và cường độ I_1.

Dòng điện xoay chiều qua cuộn sơ cấp làm phát sinh ra từ trường biến thiên trong lõi thép ⇒ từ thông qua cuộn thứ cấp biến thiên và sinh ra một suất điện động cảm ứng e_2 cuộn thứ cấp. Suất điện động này sẽ cung cấp cho mạch ngoài của cuộn thứ cấp một điện áp u_2. Vôn kế V_2 sẽ chỉ giá trị hiệu dụng của điện áp U_2.

Nếu khóa K đóng, mạch thứ cấp có dòng điện xoay chiều i_2 chạy qua. Ampe kế A_2 sẽ chỉ giá trị hiệu dụng I_2. Nếu khóa K ngắt, mạch thứ cấp không có dòng điện chạy qua. Ampe kế A_2 sẽ chỉ số 0.

C4. Giải thích sơ đồ truyền tải điện năng trên hình 16.5SGK.

Trả lời

Từ hình 16.5SGK ta thấy:

- Điện áp của nhà máy điện phát ra là 10 kV được cho qua máy tăng áp lần thứ nhất lên thành 200 kV. Tiếp tục qua máy tăng áp lần thứ hai, điện áp thành 5000 V và được đưa lên đường truyền tải tới nơi tiêu thụ.

- Tại nơi tiêu thụ, điện áp này được đưa qua máy hạ áp xuống thành 220 V và được đưa vào sử dụng.

C5. Giải thích máy hàn điểm theo nguyên tắc biến áp trên hình 16.6SGK.

Trả lời

Từ hình 16.6SGK ta thấy:

Cuộn sơ cấp gồm nhiều vòng dây và cuộn thứ cấp thì ít vòng dây, tức là: $N_1 >> N_2$, nên từ công thức: $\frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$ ta thấy cường độ dòng điện qua cuộn thứ cấp $I_2 >> I_1$. Dòng điện I_2 này được chạy qua chỗ tiếp xúc (mối hàn) của hai miếng kim loại cần hàn lại với nhau nên làm chúng nóng chảy và dính lại với nhau.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

?

16.1. Biến áp là gì? Nêu cấu tạo và nguyên tắc làm việc của biến áp.

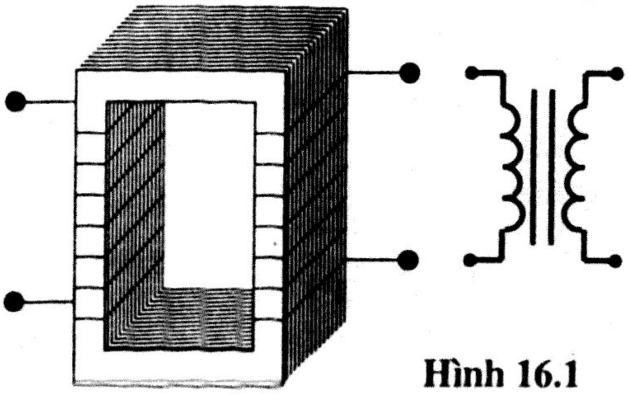
Trả lời

a) Định nghĩa

Máy biến áp là một thiết bị cho phép biến đổi điện áp của dòng điện xoay chiều.

b) Nguyên tắc cấu tạo hình 16.1 gồm

- *Hai cuộn dây dẫn:* thường bằng đồng có điện trở nhỏ, quấn trên cùng một lõi thép chung có số vòng dây khác nhau:
  - Cuộn sơ cấp nối với mạch điện AC cần biến đổi điện áp, có số vòng dây N_1.
  - Cuộn thứ cấp nối với tải tiêu thụ, có số vòng dây N_2.



Hình 16.1

- *Lõi thép*: (Thép tôn silíc) gồm nhiều lá thép mỏng ghép cách điện nhau.

c) Nguyên tắc làm việc: dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.

+ Dòng điện AC qua cuộn sơ cấp làm phát sinh ra từ trường biến thiên trong lõi thép ⇒ từ thông qua *một vòng dây* của hai cuộn dây:

$$\phi = \phi_0 \cos\omega t$$

+ Từ thông qua cuộn sơ cấp và thứ cấp:

$$\phi_1 = N_1\phi_0\cos\omega t \text{ và } \phi_2 = N_2\phi_0\cos\omega t$$

+ Suất điện động cảm ứng trong cuộn thứ cấp:

$$e_2 = -\frac{d\Phi_2}{dt} = \omega N_2\phi_0\cos\omega t$$

+ Trong cuộn thứ cấp có dòng điện cảm ứng biến thiên điều hòa, cùng tần số với dòng điện ở cuộn sơ cấp.

16.2. Máy biến áp lí tưởng làm việc bình thường có tỉ số biến áp bằng 3. Khi $(U_1, I_1) = (360V, 6\ A)$, thì (U_2, I_2) bằng:

A. (1080 V, 18 A) B. (120V, 2 A)
C. (1080V, 2 A) D. (120 V, 18 A)

Hướng dẫn giải

Biến áp làm việc bình thường có tỉ số biến áp bằng: $\frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} = 3$

$$\Rightarrow U_2 = 3U_1 = 1080\ V;\ I_2 = \frac{I_1}{3} = 2\ A$$

$$\Rightarrow (U_2, I_2) = (1080V, 2\ A)$$

Đáp án: C

16.3. Máy biến áp lí tưởng có cuộn sơ cấp gồm 2000 vòng, cuộn thứ cấp gồm 100 vòng; điện áp và cường độ mạch sơ cấp là 120 V; 0,8 A. Điện áp và công suất cuộn thứ cấp là:

A. (6 V; 96 W) B. (240 V; 96 W)
C. (6 V; 4,8 W) D. (120 V; 4,8 W)

Hướng dẫn giải

$$N_1 = 2000 \text{ vòng};\ N_2 = 100 \text{ vòng}$$

$$U_1 = 120\ V;\ I_1 = 0{,}8\ A$$

Áp dụng công thức: $\frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$

Điện áp và công suất cuộn thứ cấp là:

$$U_2 = \frac{N_2}{N_1}.U_1 = 6\ V;\ I_2 = \frac{N_1}{N_2}.I_1 = 16\ A$$

$$P_2 = U_2.I_2 = 96\ W$$

Đáp án: A

16.4. Một máy biến áp lí tưởng có hai cuộn dây lần lượt có 10000 vòng và 200 vòng.

a) Muốn tăng áp thì cuộn nào là cuộn sơ cấp. Nếu đặt vào cuộn sơ cấp điện áp hiệu dụng 220 V, thì điện áp hiệu dụng cuộn thứ cấp bằng bao nhiêu?

b) Cuộn nào có tiết diện dây lớn hơn?

Hướng dẫn giải

a) Muốn tăng áp thì cuộn sơ cấp phải có số vòng dây ít hơn cuộn thứ cấp.

$$\Rightarrow N_1 = 200 \text{ vòng và } N_2 = 1000 \text{ vòng}$$

$$\Rightarrow \frac{N_2}{N_1} = 50$$

Nếu $U_1 = 220$ V, thì điện áp hiệu dụng cuộn thứ cấp U_2 bằng:

$$U_2 = \frac{N_2}{N_1}.U_1 = 50 . 220 = 1100 \text{ V}$$

b) Từ công thức:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} = 50 \Rightarrow I_1 = 50I_2$$

⇒ để cuộn sơ cấp ít bị nóng, người ta cần phải giảm điện trở của nó

⇒ tăng tiết diện S của dây. Do đó, cuộn sơ cấp có tiết diện dây lớn hơn.

Đáp số: a) $\frac{N_2}{N_1} = 50$***; $U_2 = 1100$ V; b) cuộn sơ cấp***

16.5. Máy biến áp lí tưởng cung cấp một dòng điện 30 A dưới một điện áp hiệu dụng 220 V. Điện áp hiệu dụng ở cuộn sơ cấp là 5 kV.

a) Tính công suất tiêu thụ ở cửa vào và ở cửa ra của biến áp.

b) Tính cường độ hiệu dụng ở cuộn sơ cấp.

Hướng dẫn giải

$$H = 100\% = 1; I_2 = 30 \text{ A}; U_2 = 220 \text{ V}; U_1 = 5 \text{ kV} = 5000 \text{ V}$$

a) Công suất tiêu thụ ở cửa vào và ở cửa ra của biến áp:

$$H = 100\% \Rightarrow P_1 = P_2 = U_2I_2 = 6600 \text{ W} = 6{,}6 \text{ kW}$$

b) Cường độ hiệu dụng ở cuộn sơ cấp:

Áp dụng công thức: $\frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2} \Rightarrow I_1 = \frac{U_2}{U_1}.I_2 = 1{,}32$ A

Đáp số: a) $P_1 = P_2 = 6{,}6$ kW; b) $I_1 = 1{,}32$ A

16.6. Một máy biến áp lí tưởng cung cấp một công suất 4 kW dưới một điện áp hiệu dụng 110 V. Biến áp đó nối với đường dây tải điện có điện trở tổng là 2 Ω.

a) Tính cường độ hiệu dụng trên đường dây tải điện.

b) Tính độ sụt thế trên đường dây tải điện.

c) Tính điện áp hiệu dụng ở cuối đường dây tải điện.

d) Xác định công suất tổn hao trên đường dây đó.

e) Thay biến áp trên bằng một biến áp có cùng công suất nhưng điện áp hiệu dụng ở cửa ra là 220 V. Tính toán lại các đại lượng đã nêu ra ở bốn câu hỏi trên.

Hướng dẫn giải

$$P_2 = 4 \text{ kW} = 4000 \text{ W}; U_2 = 110 \text{ V}; R = 2\Omega$$

a) Cường độ hiệu dụng trên đường dây tải điện:

$$I = I_2 = \frac{P_2}{U_2} = 36\frac{4}{11} \text{ A} \approx 36{,}36 \text{ A}$$

b) Độ sụt thế trên đường dây tải điện:

$$\Delta U = RI = 2\ .\ 36{,}36 \approx 72{,}72\ V$$

c) Điện áp hiệu dụng ở cuối đường dây tải điện:

$$U_{cuối} = U_2 - \Delta U = 37{,}28\ V$$

d) Công suất tổn hao trên đường dây tải điện:

$$P_{hao} = RI^2 = 2.\ 36{,}36^2 \approx 2644\ W$$

e) Thay biến áp trên bằng một biến áp có: $P_2 = 4$ kW ; $U_2 = 220$ V. Khi đó:

- Cường độ hiệu dụng trên đường dây tải điện:

$$I = I_2 = \frac{P_2}{U_2} = 36\frac{4}{11}\ A \approx 18{,}18\ A$$

- Độ giảm thế trên đường dây tải điện:

$$\Delta U = RI = 2\ .\ 18{,}18 \approx 36{,}36\ V$$

- Điện áp hiệu dụng ở cuối đường dây tải điện:

$$U_{cuối} = U_2 - \Delta U = 183.64\ V$$

- Công suất tổn hao trên đường dây tải điện:

$$P_{hao} = RI^2 = 2.\ 18{,}18^2 \approx 661\ W$$

***Đáp số:* a)** $I = 36{,}36$ A; **b)** $\Delta U = 72{,}72$ V; **c)** $U_{cuối} = 37{,}28$ V; **d)** $P_{hao} = 2644$ W
e) $I = 18{,}18$ A; $\Delta U = 36{,}36$ V; $U_{cuối} = 183{,}64$ V; $P_{hao} = 661$ W

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

16.7. Chọn câu trả lời đúng

Trong máy biến thế:

A. Nếu điện áp bên cuộn thứ cấp tăng lên bao nhiêu lần so với cuộn sơ cấp thì cường độ dòng điện bên cuộn thứ cấp tăng lên bấy nhiêu lần so với cuộn sơ cấp.

B. Nếu điện áp bên cuộn thứ cấp tăng lên bao nhiêu lần so với cuộn sơ cấp thì cường độ dòng điện bên cuộn thứ cấp giảm đi bấy nhiêu lần so với cuộn sơ cấp.

C. Công suất bên cuộn thứ cấp luôn lớn hơn công suất bên cuộn sơ cấp.

D. Công suất bên cuộn thứ cấp luôn bằng công suất bên cuộn sơ cấp.

16.8. Chọn câu trả lời đúng

Một máy tăng thế có tỉ số vòng dây giữa các cuộn sơ cấp N_1 và thứ cấp N_2 là 20. Biết cường độ và điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn sơ cấp là $I_1 = 30$ A, $U_1 = 110$ V. Cường độ và điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn thứ cấp là:

A. 1,5 A; 220 V
B. 600 A; 5,5 V
C. 1,5A; 2200 V
D. 1,5 A; 5,5 V

16.9. Chọn câu trả lời đúng

Vai trò của máy biến thế trong việc truyền tải điện năng:

A. Giảm điện trở của dây dẫn trên đường truyền tải để giảm hao phí trên đường truyền tải.

B. Tăng điện áp truyền tải để giảm hao phí trên đường truyền tải.

C. Giảm điện áp truyền tải để giảm hao phí trên đường truyền tải.

D. Giảm sự thất thoát năng lượng dưới dạng bức xạ sóng điện từ.

16.10. Chọn câu trả lời đúng

Với cùng một công suất cần truyền tải, nếu tăng điện áp hiệu dụng ở nơi truyền đi lên 20 lần thì công suất hao phí trên đường dây:

A. giảm 20 lần.
B. tăng 400 lần.
C. tăng 20 lần.
D. giảm 400 lần.

16.11. Chọn câu trả lời đúng

Người ta cần truyền một công suất điện 200 kW từ nguồn điện có điện áp 5000 V trên đường dây có điện trở tổng cộng 20 Ω. Độ giảm thế trên đường dây truyền tải là:

A. 40 V
B. 400 V
C. 80 V
D. 800 V

16.12. Chọn câu trả lời đúng

Từ nơi sản xuất điện năng đến nơi tiêu thụ là hai máy biến thế và hai đường dây tải điện nối hai biến thế. Máy tăng thế đặt ở nơi sản suất điện có tỉ số vòng dây là $\frac{N_{1T}}{N_{2T}} = \frac{1}{10}$. Đường dây tải điện có điện trở tổng cộng là $R_d = 10\ \Omega$, máy hạ thế đặt ở nơi tiêu thụ điện có tỉ số vòng dây là $\frac{N_{1G}}{N_{2G}} = 15$. Nơi tiêu thụ là mạng điện 120 V – 12 kW. Bỏ qua hao phí điện năng trên các máy biến thế. Tính hiệu suất truyền tải điện năng.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

16.7. ***B***

Trong máy biến thế nếu điện áp bên cuộn thứ cấp tăng lên bao nhiêu lần so với cuộn sơ cấp thì cường độ dòng điện bên cuộn thứ cấp giảm đi bấy nhiêu lần so với cuộn sơ cấp.

16.8. ***C***

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{1}{20}$$

$$U_2 = 20U_1 = 2200\ \text{V};\quad I_2 = \frac{I_1}{20} = 1,5\ \text{A}$$

16.9. ***B***

Vai trò của máy biến thế trong việc truyền tải điện năng: Tăng điện áp truyền tải để giảm hao phí trên đường truyền tải.

16.10. ***D***

$$P_{hp} = \frac{RP^2}{U^2} \Rightarrow \frac{P_{hp2}}{P_{hp1}} = \frac{U_1^2}{U_2^2} = \frac{1}{20^2} \Rightarrow P_{hp2} = \frac{1}{400} P_{hp2}$$

⇒ công suất hao phí trên đường dây giảm 400 lần.

16.11. ***D***

$P = 200$ kW $= 200\,000$ W; $U = 5000$ V là điện áp ở nguồn điện.

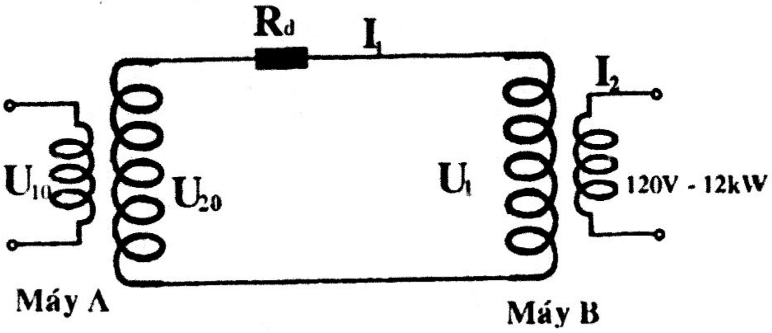
$R = 20\,\Omega$

Độ giảm thế trên đường dây là: $\Delta U = U - U' = RI$

Trong đó: $$I = \frac{P}{U}$$

$$\Rightarrow \Delta U = R.\frac{P}{U} = 20.\frac{200000}{5000} = 800\text{ V}$$

16.12. Sơ đồ truyền tải điện năng như hình 16.2



Hình 16.2

➤ *Tại máy hạ thế:*

- *Cuộn thứ cấp:* $U_2 = 120$ V $\qquad I_2 = \dfrac{12000}{120} = 100$ A
- *Cuộn sơ cấp:*

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = 15 \quad \Rightarrow \quad U_1 = 15U_2 = 1800\text{ V}$$

$$\Rightarrow I_1 = \frac{I_2}{15} = \frac{100}{15} = \frac{20}{3}\text{ A}$$

➤ *Tại máy tăng thế:*

- *Cuộn thứ cấp:*

$$U_{20} = U_1 + I_1R_d = 1800 + \frac{200}{3} = \frac{5600}{3}$$

$$\frac{U_{10}}{U_{20}} = \frac{1}{10} \quad \Rightarrow \quad U_{10} = \frac{U_{20}}{10} = \frac{560}{3} = 186,7\text{V}$$

Khi bỏ qua hao phí trên hai biến thế. Hiệu suất của sự chuyển tải điện năng:

$$H = \frac{P}{P_0} = \frac{U_1I_1}{U_{20}I_2} = \frac{U_1}{U_{20}} = \frac{1800}{\frac{5600}{3}} = \frac{54}{56} = 96,4\%$$

***Đáp số:* $H = 96,4\%$**

Bài 17 – MÁY PHÁT ĐIỆN XOAY CHIỀU

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Máy phát điện xoay chiều một pha

a) Nguyên tắc hoạt động

Dựa trên hiện tương cảm ứng điện từ.

b) Nguyên tắc cấu tạo

- Phần cảm (rôto) là nam châm, là phần tạo ra từ trường.
- Phần ứng (stato) là phần tạo ra dòng điện xoay chiều gồm các cuộn dây giống nhau cố định trên một vòng tròn.
- Tần số của dòng điện AC được tính bởi công thức:

$$f = n.p$$

Với: p = số cặp cực của nam châm điện

n = vận tốc góc của rôto (vòng/s)

2. Hệ ba pha

Gồm: Máy phát ba pha; Dòng ba pha; Động cơ ba pha.

a) Dòng điện xoay chiều ba pha

Là một hệ thống gồm ba dòng AC có cùng tần số, cùng biên độ, nhưng lệch pha nhau là $\frac{2\pi}{3}$ hay 120^0 tức về thời gian là $\frac{1}{3}$ chu kì T.

$$i_1 = I_0 \cos \omega t; \quad i_2 = I_0 \cos (\omega t - \frac{2\pi}{3}); \quad i_3 = I_0 \cos (\omega t + \frac{2\pi}{3})$$

b) Máy phát điện ba pha

- *Nguyên tắc hoạt động :* dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.
- *Cấu tạo:* gồm hai phần chính:
  + Phần cảm (rôto) thường là nam châm điện.
  + Phần ứng (stato) gồm ba cuộn dây giống hệt nhau, quấn quanh lõi thép đặt lệch nhau $\frac{1}{3}$ vòng tròn trên thân stato.

c) Cách mắc mạch ba pha

- *Mắc hình sao:* hay mắc bốn dây : ba dây pha (dây nóng), một dây trung hòa (dây nguội). Tải tiêu thụ không cần đối xứng.

$$U_d = \sqrt{3}\, U_p\ ,\ I_d = I_p$$

- *Mắc hình tam giác:* hay mắc ba dây. Tải tiêu thụ phải thật đối xứng.

$$U_d = U_p\ ,\ I_d = \sqrt{3}\, I_p$$

d) Ưu điểm của dòng AC 3 pha

- Tiết kiệm được dây dẫn nối trạm phát đến nơi tiêu thụ.
- Dòng ba pha đối xứng cho hiệu suất cao hơn so với dòng một pha.
- Tạo từ trường quay dùng trong động cơ không đồng bộ ba pha.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Nhắc lại nguyên tắc chung tạo ra dòng điện xoay chiều.

Trả lời

Nguyên tắc chung tạo dòng điện AC là dựa trên hiện tương cảm ứng điện từ. Cho một khung dây kim loại diện tích S, có N vòng dây quay đều quanh trục đối xứng xx'của nó trong một từ trường đều $\vec{B} \perp$ xx' với vận tốc góc ω, thì từ thông gửi qua khung dây biến thiên điều hòa, trong khung dây xuất hiện một suất điện động cảm ứng cũng biến thiên điều hòa. Nếu nối hai đầu của khung dây với mạch ngoài, thì ở mạch ngoài sẽ có dòng điện xoay chiều.

C2. Chứng minh công thức: f = pn. Một máy phát điện quay 600 vòng/phút có 5 đôi cực, sẽ tạo ra dòng điện xoay chiều với tần số f bằng bao nhiêu?

Trả lời

Gọi p là số cặp cực của nam châm điện (rôto). Khi rôto quay được một vòng từ trường $\vec{B}$ của mỗi cặp nam châm cũng quay được một vòng. Tức là từ thông của mỗi cặp nam châm qua các vòng dây của phần ứng biến thiên một lần. Nhưng rôto có p cặp cực, nên từ thông của nam châm gửi qua các vòng dây của phần ứng biến thiên p lần.

Gọi n là vận tốc góc của rôto (vòng/s) thì số lần biến thiên của từ thông trong 1s hay còn gọi là tần số của từ thông là: f = p.n. Do đó dòng điện AC sinh ra bởi sự biến thiên của từ thông đó cũng là f = p.n.

Khi n = 600 vòng/phút = 10 vòng/s; p = 5 đôi cực thì tần số của dòng điện AC:

$$f = np = \frac{600}{60}.5 = 50 \text{ Hz}$$

C3. Chứng minh công thức trong cách mắc hình tam giác của dòng điện AC ba pha: $U_{dây} = \sqrt{3}\,U_{pha}$.

Trả lời

Trong cách mắc điện AC ba pha, điện áp pha giữa hai đầu ba dây pha lần lượt có biểu thức:

$$u_{1p} = U_0 \cos \omega t$$

$$u_{2p} = U_0 \cos (\omega t - \frac{2\pi}{3})$$

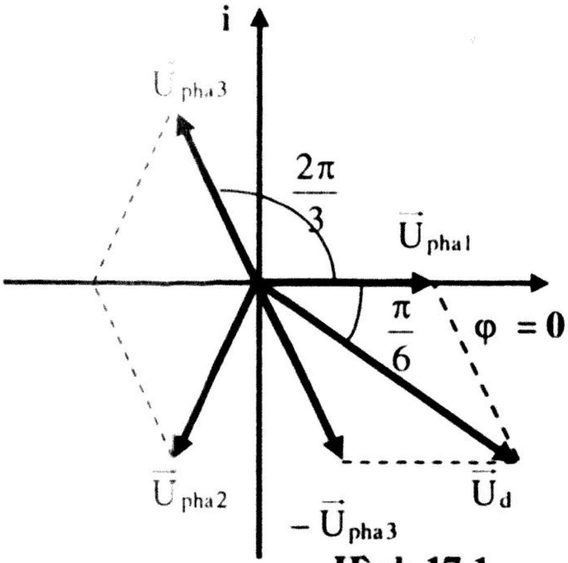
$$u_{3p} = U_0 \cos(\omega t + \frac{2\pi}{3})$$

Điện áp dây là điện áp giữa hai đầu của hai dây pha, tức là sự tổng hợp của từng cặp điện áp pha:

$u_{d1} = u_{1p} - u_{2p}$; $u_{d2} = u_{1p} - u_{3p}$ ...

Vì tính đối xứng của mạch, nên các điện áp này đều có cùng giá trị hiệu dụng U_d và chỉ lệch pha nhau $\frac{2\pi}{3}$.

Từ hình 17. 1, áp dụng phương pháp giản đồ Frê–nen biểu diễn u_{1p}, u_{2p}, u_{3p} bằng các vectơ quay tương ứng, $\vec{U}_{pha1}$, $\vec{U}_{pha2}$, $\vec{U}_{pha3}$ như hình 17.1, ta có: $\vec{U}_{dây} = \vec{U}_{pha1} - \vec{U}_{pha3}$



Hình 17.1

Suy ra: $U_{dây} = 2U_p\cos\frac{\pi}{6} = \sqrt{3}\,U_{pha}$ (**ĐPCM**)

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

17.1. Các thiết bị điện xoay chiều nói chung dựa trên nguyên tắc nào?

Trả lời

Các thiết bị điện xoay chiều nói chung dựa trên nguyên tắc:

+ Nguyên tắc hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.

+ Nguyên tắc cấu tạo: bao giờ cũng có một bộ phận quay (rôto) và một bộ phận đứng yên (stato).

17.2. Phân biệt dòng một pha với dòng ba pha.

Trả lời

Dòng điện AC ba pha là một hệ thống gồm ba dòng AC có cùng tần số, cùng biên độ, nhưng lệch pha nhau là $\frac{2\pi}{3}$ hay 120^0 tức về thời gian là $\frac{1}{3}$ chu kì T.

$$i_1 = I_0\cos\omega t;\quad i_2 = I_0\cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right);\quad i_3 = I_0\cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$$

⇒ Dòng điện AC ba pha là ba dòng AC một pha, nhưng có mối liên hệ đặc biệt nhau về pha là lệch pha nhau $\frac{2\pi}{3}$.

17.3. Trong máy phát điện xoay chiều một pha từ trường quay có véctơ $\vec{B}$ quay 300 vòng/phút tạo bởi 20 cực nam châm điện (10 cực nam và 10 cực bắc) quay với tốc độ:

A. 10 vòng/s B. 20 vòng/s C. 5 vòng/s D. 100 vòng/s

Hướng dẫn giải

Trong máy phát điện xoay chiều một pha từ trường quay có véctơ $\vec{B}$ quay 300 vòng/phút tạo bởi 20 cực nam châm điện (10 cực nam và 10 cực bắc) quay với tốc độ:

$$n = 300 \text{ vòng/phút} = 5 \text{ vòng/s}$$

Đáp án: C

17.4. Trong trường hợp ba suất điện động của máy phát ba pha mắc hình sao và ba tải cũng được mắc theo hình sao thì phải có bốn đường dây nối từ nguồn đến tải. Hãy xét trường hợp ba tải đối xứng và chứng minh rằng trong số bốn đường dây nối ấy có một đường dây tại đó cường độ luôn bằng không (đường dây trung hòa).

Hướng dẫn giải

Cường độ dòng điện AC ba pha có biểu thức: $i_1 = I_0 \cos \omega t$

$$i_2 = I_0 \cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right)$$

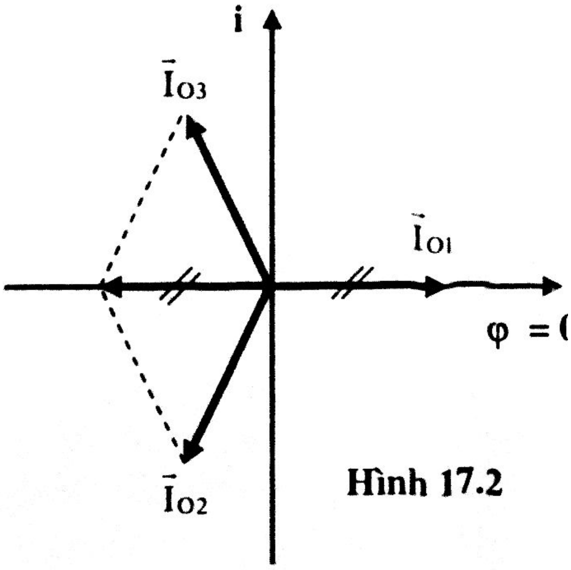
$$i_3 = I_0 \cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$$

Khi ba tải đối xứng, cường độ dòng điện AC qua dây trung hòa được tính bởi:

$$i = i_1 + i_2 + i_3$$

Biểu diễn i, i_1, i_2, i_3 bằng các véctơ quay tương ứng $\vec{I}_O, \vec{I}_{O1}, \vec{I}_{O2}, \vec{I}_{O3}$ như hình 17.2. Ta có:

$$\vec{I}_O = \vec{I}_{O1} + \vec{I}_{O2} + \vec{I}_{O3} = 0$$



Hình 17.2

Hay: $i = I_0\left[\cos \omega t + \cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right) + \cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)\right] = 0$ **(ĐPCM)**

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

17.5. Chọn câu trả lời đúng

Một máy phát điện xoay chiều có 8 cặp cực, phần ứng gồm 22 cuộn dây mắc nối tiếp. Từ thông cực đại do phần cảm sinh ra đi qua mỗi cuộn dây có giá cực đại $\frac{10^{-1}}{\pi}$ Wb. Rôto quay với vận tốc 375 vòng/phút. Suất điện động cực đại do máy có thể phát ra là:

A. 110 V B. $110\sqrt{2}$ V C. 220 V D. $220\sqrt{2}$ V

17.6. Chọn câu trả lời đúng

Trong cách mắc điện xoay chiều ba pha có tải tiêu thụ của mạch ngoài đối xứng, ở thời điểm cường độ dòng điện qua tải thứ nhất có giá trị cực đại $i_1 = 6$ A thì cường độ dòng điện qua hai tải kia có giá trị:

A. $i_2 = i_3 = 3$ A　　　　B. $i_2 = i_3 = -3$ A

C. $i_2 = i_3 = 2$ A　　　　D. $i_2 = i_3 = -2$ A

17.7. Chọn câu trả lời đúng

Một máy phát điện xoay chiều ba pha phát ra dòng điện ba pha có tần số f. Các cuộn dây của phần ứng được mắc theo hình sao. Biết điện áp hiệu dụng giữa từng dây pha với dây trung hòa là 240 V. Điện áp hiệu dụng giữa các dây pha với nhau là:

A. $80\sqrt{3}$ V　　　　B. 240 V

C. $240\sqrt{3}$ V　　　　D. Một kết quả khác.

17.8. Chọn câu trả lời đúng

Một máy phát điện xoay chiều ba pha mắc theo kiểu hình sao có điện áp pha bằng 200 V, tần số 50 Hz. Mắc vào mỗi pha của mạng điện các tải giống nhau, mỗi tải gồm điện trở thuần R = 100 Ω và cuộn thuần cảm có $L = \frac{1}{\pi}$ H. Cường độ hiệu dụng của dòng điện qua mỗi tải bằng:

A. $\frac{\sqrt{2}}{2}$　　　　B. $\sqrt{2}$ A　　　　C. 2 A　　　　D. $2\sqrt{2}$ A

17.9. Vẽ đồ thị biến thiên theo t của ba suất điện động ba pha cho bởi biểu thức:

$$e_1 = e_0\sqrt{2}\cos\omega t;\quad e_2 = e_0\sqrt{2}\cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right);\quad e_3 = e_0\sqrt{2}\cos\left(\omega t - \frac{4\pi}{3}\right)$$

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

17.5. ***C***

$$f = \frac{np}{60} = \frac{375.8}{60} = 50 \text{ Hz}$$

$$\omega = 2\pi f = 100\pi \text{ rad/s}$$

Suất điện động cực đại mà máy có thể phát ra là:

$$E_0 = \omega N\phi_0 = 100\pi \cdot 22 \cdot \frac{10^{-1}}{\pi} = 220 \text{ V}$$

17.6. ***B***

Khi $i_1 = I_0 = 6$ A thì $i_2 = i_3 = -\frac{I_0}{2} = -3$ A

17.7. ***C***

Điện áp hiệu dụng giữa từng dây pha với dây trung hòa là $U_p = 220$ V.

Điện áp hiệu dụng giữa các dây pha là U_d. Trong cách mắc hình sao:

$$U_d = \sqrt{3}\,U_p = 240\sqrt{3} \text{ V}$$

17.8. ***B***

$$Z_L = L\omega = 100\ \Omega$$

Tổng trở của mỗi tải là:

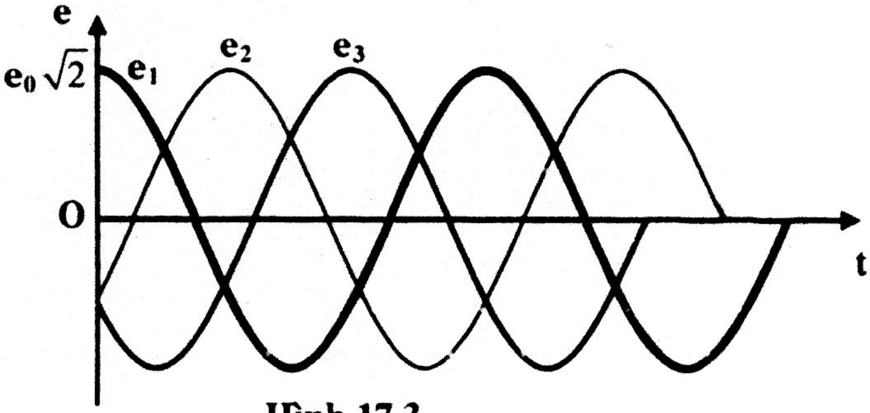
$$Z = \sqrt{R^2 + Z_L^2} = 100\sqrt{2}\ \Omega$$

Cường độ hiệu dụng của dòng điện qua mỗi tải bằng:

$$I_p = \frac{U_p}{Z} = \sqrt{2}\ A$$

17.9.

Hình 17.3 vẽ đồ thị biến thiên theo t của ba suất điện động ba pha.



Hình 17.3

Bài 18 – ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BA PHA

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. ***Nguyên tắc hoạt động của động không đồng bộ:*** dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ và từ trường quay.
2. ***Cách tạo từ trường quay:*** *2 cách:*
   - Cho nam châm quay.
   - Tạo bằng dòng AC ba pha.
3. ***Cấu tạo của động cơ không đồng bộ 3 pha:*** *2 phần:*
   - *Stato:* giống stato của máy phát AC ba pha.
   - *Rôto:* hình trụ có tác dụng như một cuộn dây quấn trên lõi thép .

   Khi cho dòng ba pha vào ba cuộn dây của stato ⇒ tạo từ trường quay làm rôto quay theo chiều quay từ trường với vận tốc góc $\omega_0 < \omega$ của từ trường ⇒ quay không đồng bộ. Chuyển động quay của rôto được đưa ra ngoài để vận hành các máy công cụ.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Hãy vận dụng qui tắc xác định chiều của dòng điện cảm ứng và chiều của lực từ đã học ở lớp 11 để xác định chiều quay của khung MNPQ trong hình 18.1SGK.

Trả lời

Trong hình 18.1SGK, giả sử khi $t = 0$ từ trường ngoài $\vec{B}$ vuông góc với mặt phẳng khung dây MNPQ khi đó từ thông gửi qua khung dây đạt giá trị cực đại và bằng $\phi_{max} = BS$.

Khi nam châm quay quanh trục Δ như hình vẽ, từ thông gửi qua khung sẽ giảm dần, trong khung sẽ xuất hiện một suất điện động cảm ứng e để tạo ra dòng điện cảm ứng i có chiều chống lại sự giảm này, tức là dòng i sẽ phải sinh ra một từ trường cảm ứng $\vec{B'}$ cùng chiều với $\vec{B}$. Theo qui tắc Len–xơ, chiều của i khi đó theo chiều MNPQ.

Khi trong khung xuất hiện dòng điện cảm ứng i thì lực từ tác dụng lên hai thanh MQ và NP của khung sẽ tạo thành một ngẫu lực $\vec{F}$ vuông góc với hai thanh và vông góc với mặt phẳng khung làm cho khung MNPQ quay theo chiều quay của từ trường $\vec{B}$.

Tuy nhiên, khi tốc độ góc của khung tăng lên thì tốc độ biến thiên từ thông qua khung sẽ giảm, do đó cường độ dòng cảm ứng và mômen ngẫu lực từ cũng giảm. Đến khi mômen ngẫu lực từ cân bằng với mômen ngẫu lực của các lực cản và ma sát thì khung sẽ quay đều.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

?

18.1. Phát biểu nguyên tắc hoạt động của động cơ không đồng bộ.

Trả lời

Nguyên tắc hoạt động của động cơ không đồng bộ dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ và từ trường quay. Khung dây được đặt trong từ trường quay và sẽ quay theo không đồng bộ với từ trường đó.

18.2. Nêu cấu tạo và nguyên tắc hoạt động của động cơ không đồng bộ ba pha.

Trả lời

➢ *Cấu tạo của động cơ không đồng bộ 3 pha: 2phần:*

- *Stato:* giống stato của máy phát AC ba pha.
- *Rôto:* hình trụ có tác dụng như một cuộn dây quấn trên lõi thép .

➢ *Hoạt động của động cơ không đồng bộ 3 pha:*

- Khi đưa dòng điện AC ba pha vào ba cuộn dây của stato của động cơ, nó sẽ sinh ra từ trường quay biến thiên điều hòa có tần số bằng tần số của dòng điện tạo ra nó.
- Từ trường quay này tạo ra trên cuộn dây của rôto của động cơ một từ thông biến thiên điều hòa ⇒ sinh ra suất điện động cảm ứng biến thiên điều hòa, chống lại sự biến thiên của từ thông ⇒ sinh lực tác dụng lên rôto của động cơ làm cho rôto quay với tốc độ tăng dần. Khi tốc độ rôto bằng tốc độ của từ trường quay ⇒ từ thông không biến thiên nữa ⇒ suất điện động cảm

ứng biến mất ⇒ lực tác dụng biến mất, rôto quay chậm lại ⇒ tốc độ quay ω giảm. Khi đó từ thông qua rôto lại biến thiên ⇒ lại xuất hiện suất điện động cảm ứng... ⇒ tốc độ của rôto lại tăng đến một giá trị $\omega < \omega_0$ ⇒ quay không đồng bộ.

Chuyển động quay của rôto được đưa ra ngoài để vận hành các máy công cụ.

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

18.3. Chọn câu trả lời sai

Động cơ không đồng bộ ba pha:

A. là một thiết bị điện biến điện năng của dòng điện xoay chiều thành cơ năng.

B. có stato giống stato của máy phát điện xoay chiều ba pha.

C. khi cho dòng ba pha vào ba cuộn dây của stato, từ trường quay sinh ra có tác dụng làm rôto quay theo chiều quay từ trường với vận tốc góc ω_0 bằng tần số góc ω của từ trường.

D. có rôto hình trụ có tác dụng như một cuộn dây quấn trên lõi thép.

18.4. Chọn câu trả lời đúng

Để tạo ra động cơ không đồng bộ ba pha từ một máy phát điện xoay chiều ba pha về nguyên tắc ta có thể:

A. Thay đổi phần rôto bằng một trục quay, giữ nguyên phần stato.

B. Thay đổi phần stato, giữ nguyên phần rôto.

C. đưa bộ góp điện gắn với rôto.

D. Cả A, B, C đều sai.

18.5. Chọn câu trả lời đúng

Một động cơ không đồng bộ ba pha có công suất 5 kW được đấu theo hình sao vào một mạch điện xoay chiều ba pha. Hệ số công suất của động cơ là 0,8. Cường độ dòng điện chạy qua động cơ bằng 9,5 A. Điện áp dây của động cơ là:

A. 219 V　　　B. 380 V

C. 658 V　　　D. 1139 V

18.6. Hãy chứng minh kết quả véctơ tổng hợp $\vec{B}$ của từ trường quay tạo bởi dòng điện xoay chiều ba pha là một véctơ có gốc tại O, có độ lớn không đổi $B = \frac{3}{2}B_0$ và có đầu mút quay xung quanh O với vận tốc góc ω.

18.7. Sự khác nhau cơ bản giữa động cơ một pha và ba pha là gì?

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

18.3. *C*

Khi cho dòng ba pha vào ba cuộn dây của Stato ⇒ tạo từ trường quay làm Rôto quay theo chiều quay từ trường với vận tốc góc $\omega_0 < \omega$ của từ trường ⇒ *quay không đồng bộ*. Câu sai C.

18.4. *A*

Để tạo ra động cơ không đồng bộ ba pha từ một máy phát điện xoay chiều ba pha về nguyên tắc ta có thể thay đổi phần rôto bằng một trục quay, giữ nguyên phần stato.

18.5. *B*

$$P = 3P_1 = 5\text{ kW}$$

Trong đó: P = công suất của động cơ.

$$P_1 = U_p I_p \cos\varphi = \frac{P}{3}$$

Điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mỗi cuộn dây (U_p) của động cơ là:

$$U_p = \frac{P}{3I\cos\varphi}$$

Điện áp hiệu dụng U_d của động cơ là:

$$U_d = U_p\sqrt{3} = \frac{P}{\sqrt{3}I\cos\varphi} = \frac{5000}{\sqrt{3}.9,5.0,8} = 380\text{ V}$$

18.6.

Trong động cơ điện ba pha, khi cho dòng điện AC ba pha chạy qua ba cuộn cảm đặt lệch nhau 120^0 trên thân stato:

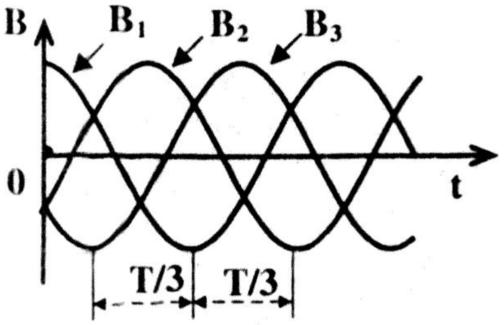
$$i_1 = I_0\cos\omega t;\quad i_2 = I_0\cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right);\quad i_3 = I_0\cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$$

thì từ trường được tạo ra bởi ba dòng đó lần lượt là:

$$B_1 = B_0\cos\omega t;\quad B_2 = B_0\cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right);\quad B_3 = B_0\cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$$

và có đồ thị như hình 18.1.

- Khi t = 0, từ trường cuộn (1) cực đại bằng $B_1 = B_0$ hướng ra ngoài cuộn (1). Từ trường cuộn (2) và (3) có giá trị âm $B_2 = B_3 = -\frac{B_0}{2}$ hướng vào hai cuộn (2) và (3). Suy ra từ trường tổng hợp $\vec{B}$ tại O hướng từ cuộn (1) ra như hình 18.2 và có độ lớn được tính theo qui tắc cộng vectơ:



Hình 18.1

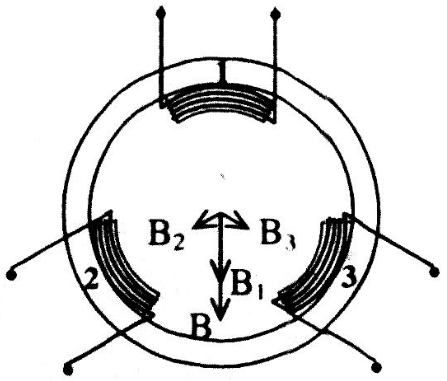
$$B = B_0 + \frac{B_0}{2} = \frac{3}{2}B_0$$

- Khi $t = \frac{T}{3}$ từ trường cuộn (2) cực đại bằng $B_2 = B_0$ hướng ra ngoài cuộn (2).

Từ trường cuộn (1) và (3) có giá trị âm $B_1 = B_3 = -\frac{B_0}{2}$ hướng vào hai cuộn

(1) và (3). Suy ra từ trường tổng hợp $\vec{B}$ tại O hướng từ cuộn (2) ra và cũng có độ lớn được tính theo qui tắc cộng vectơ:

$$B = B_0 + \frac{B_0}{2} = \frac{3}{2}B_0$$



Hình 18.2

- Khi $t = \frac{2T}{3}$ từ trường cuộn (3) cực đại bằng $B_3 = B_0$ hướng ra ngoài cuộn (3). Từ trường cuộn (1) và (2) có giá trị âm $B_1 = B_2 = -\frac{B_0}{2}$ hướng vào hai cuộn (1) và (2). Suy ra từ trường tổng hợp $\vec{B}$ tại O hướng từ cuộn (3) ra và cũng có độ lớn được tính theo qui tắc cộng vectơ: $B = B_0 + \frac{B_0}{2} = \frac{3}{2}B_0$

$\Rightarrow$ véctơ tổng hợp $\vec{B}$ của từ trường quay có độ lớn không đổi $B = \frac{3}{2}B_0$ và có đầu mút quay xung quanh O với vận tốc góc ω.

18.7.

Sự khác nhau cơ bản giữa động cơ một pha và ba pha là:

- Trong động cơ điện một pha: từ trường quay được tạo ra bằng cách cho dòng điện AC một pha chạy qua hai cuộn cảm L_1, L_2 đặt vuông góc với nhau, trong đó một cuộn được nối với một tụ điện C thích hợp. Khi đó trong hai cuộn cảm sẽ xuất hiện hai dòng điện AC lệch pha nhau 90^0 có biểu thức:

  $$i_1 = I\sqrt{2}\ \sin \omega t; \quad i_1 = I\sqrt{2}\ \cos \omega t$$

  Hai dòng điện này sẽ sinh ra từ trường tổng hợp là từ trường quay.
- Trong động cơ điện ba pha: từ trường quay được tạo ra bằng cách cho dòng điện AC ba pha chạy qua ba cuộn cảm đặt lệch nhau 120^0 trên thân stato:

  $$i_1 = I_m \cos \omega t; \quad i_2 = I_m \cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right); \quad i_3 = I_m \cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$$

  Ba dòng điện này sẽ sinh ra từ trường tổng hợp là từ trường quay.

  Vậy: Sự khác nhau cơ bản giữa động cơ một pha và ba pha là: từ trường quay của động cơ một pha là do dòng AC một pha tạo ra; còn từ trường quay của động cơ ba pha là do dòng AC ba pha tạo ra.

CHƯƠNG IV – DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ

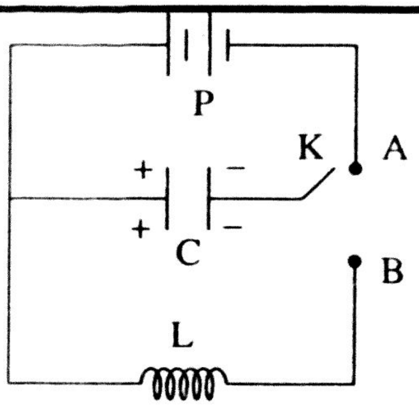
Bài 20 – MẠCH DAO ĐỘNG

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Mạch dao động

Mạch dao động gồm một tụ điện mắc nối tiếp với một cuộn cảm.

Mạch dao động lí tưởng có điện trở bằng không.



2. Sự biến thiên điện tích q của tụ và cường độ i của cuộn cảm

Điện tích của tụ điện trong mạch LC lí tưởng biến thiên điều hòa với biểu thức:

$$q = Q_0 \cos(\omega t + \varphi)$$

Trong đó: $\omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$

Cường độ dòng điện trong mạch:

$$i = q' = -\omega Q_0 \sin(\omega t + \varphi) = I_0 \cos\left(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right)$$

Với $I_0 = \omega Q_0$

⇒ Dòng điện i trong mạch LC biến thiên điều hòa cùng tần số nhưng sớm pha là $\frac{\pi}{2}$ so với điện tích q của bản tụ.

3. Dao động điện từ

Sự biến thiên điều hòa của cường độ điện trường và cảm ứng từ trong mạch dao động gọi là dao động điện từ tự do trong mạch.

+ Chu kì dao động riêng của mạch: $T = 2\pi\sqrt{LC}$

+ Tần số dao động riêng của mạch: $f = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

4. Năng lượng điện từ

Tổng năng lượng điện trường trong tụ điện và năng lượng từ trường của cuộn cảm L của mạch dao động LC gọi là năng lượng điện từ.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Hãy vẽ đồ thị biểu diễn các hàm số q(t) và i(t) ở các công thức :

$$q = Q_0 \cos(\omega t + \varphi) \text{ và } i = I_0 \cos\left(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right)$$

Ứng với $\varphi = 0$ trên cùng một hệ trục tọa độ.

Trả lời

Ứng với $\varphi = 0$:

$$q = Q_0 \cos \omega t = Q_0 \cos \frac{2\pi}{T} t$$

$$i = I_0 \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = I_0 \cos\left(\frac{2\pi}{T} t + \frac{\pi}{2}\right)$$

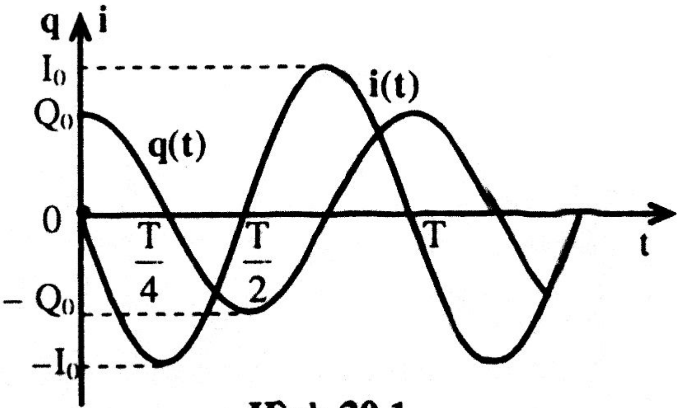
Bảng biến thiên theo thời gian

t	0	$\frac{T}{4}$	$\frac{T}{2}$	$\frac{3T}{4}$	T
q(t)	Q_0	0	$-Q_0$	0	Q_0
i(t)	0	$-I_0$	0	I_0	0

Từ bảng biến thiên, ta vẽ được đồ thị của q(t) và i(t) như trên hình 20.1.

Nhận xét:

Dòng điện i trong mạch LC biến thiên điều hòa cùng tần số nhưng sớm pha là $\frac{\pi}{2}$ so với điện tích q của bản tụ.



Hình 20.1

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

20.1. Mạch dao động là gì?

Trả lời

Mạch dao động gồm một tụ điện mắc nối tiếp với một cuộn cảm.

Mạch dao động lí tưởng có điện trở bằng không.

20.2. Nêu định luật biến thiên của điện tích và cường độ dòng điện trong mạch dao động.

Trả lời

Trong mạch dao động LC, điện tích q trên bản tụ và cường độ dòng điện i biến thiên điều hòa cùng tần số nhưng lệch pha nhau là $\frac{\pi}{2}$.

20.3. Viết công thức tính chu kì và tần số dao động riêng của mạch dao động.

Trả lời

+ Chu kì dao động riêng của mạch: $T = 2\pi\sqrt{LC}$

+ Tần số dao động riêng của mạch: $f = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

20.4. Dao động điện từ tự do là gì?

Trả lời

Sự biến thiên điều hòa của cường độ điện trường và cảm ứng từ trong mạch dao động gọi là dao động điện từ tự do trong mạch.

20.5. Năng lượng điện từ là gì ?

Trả lời

Tổng năng lượng điện trường trong tụ điện và năng lượng từ trường của cuộn cảm L của mạch dao động LC gọi là năng lượng điện từ.

▽

20.6. Sự biến thiên của dòng điện i trong một mạch dao động lệch pha nhau như thế nào so với sự biến thiên của điện tích q của một bản tụ?

A. i cùng pha với q. B. i ngược pha với q.

C. i sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với q. D. i trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với q.

Hướng dẫn giải

Điện tích của một bản tụ điện trong mạch LC biến thiên điều hòa với tần số góc ω: $q = Q_0\cos(\omega t + \varphi)$

Cường độ dòng điện trong mạch:

$$i = q' = -\omega Q_0\sin(\omega t + \varphi) = I_0\cos\left(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right)$$

Với $I_0 = \omega Q_0$

⇒ *Dòng điện i trong mạch LC biến thiên điều hòa cùng tần số nhưng sớm pha là $\frac{\pi}{2}$ so với điện tích q.*

Đáp án: C

20.7. Nếu tăng số vòng dây của cuộn cảm thì chu kì dao động điện từ sẽ thay đổi như thế nào?

A. tăng B. giảm

C. không đổi D. không đủ cơ sở để kết luận.

Hướng dẫn giải

Chu kì dao động điện từ bằng chu kì dao động riêng của mạch:

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

Trong đó độ tự cảm của cuộn dây dẫn điện chiều dài *l*, tiết diện S, gồm N vòng dây được tính bởi công thức:

$$L = 4\pi.10^{-7}.\frac{N^2}{l}S \sim N^2 \Rightarrow T \sim N$$

⇒ Nếu tăng số vòng dây của cuộn cảm thì chu kì dao động điện từ sẽ tăng tỉ lệ với N.

Đáp án: A

20.8. Tính chu kì và tần số dao động riêng của một mạch dao động, biết tụ điện trong mạch có điện dung là 120 pF và cuộn cảm có độ tự cảm là 3 mH.

Hướng dẫn giải

Chu kì dao động riêng của mạch:

$$T = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{3.10^{-3}.120.10^{-12}} = 3{,}77.10^{-6}\text{ s}$$

Tần số dao động riêng của mạch: $f = \frac{1}{T} = 2{,}65.10^{5}$ Hz

Đáp số: $T = 3{,}77.10^{-6}$ s; $f = 2{,}65.10^{5}$ Hz

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

20.9. Chọn câu trả lời đúng

Trong mạch dao động LC, chu kì dao động của mạch được tính bởi công thức:

A. $T = 2\pi\sqrt{\frac{C}{L}}$

B. $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{C}}$

C. $T = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

D. $T = 2\pi\frac{Q_0}{I_0}$

20.10. Chọn câu trả lời đúng

Mạch dao động có điện dung $C = \frac{2}{\pi}10^{-3}$ F và cuộn dây có độ tự cảm L. Để tần số dao động riêng của mạch là 500 Hz thì độ tự cảm của cuộn dây phải có giá trị là:

A. $\frac{10^{-3}}{\pi}$ H

B. $\frac{10^{-3}}{\pi}$ H

C. 5.10^{-4} H

D. $\frac{\pi}{500}$ H

20.11. Chọn câu trả lời đúng

Một mạch dao động LC gồm tụ điện $C = \frac{10^{-6}}{\pi}$ F và cuộn cảm có độ tự cảm L. Điện trở của cuộn dây không đáng kể. Điện áp giữa hai bản tụ có biểu thức $u = 0{,}005\cos(10^8\pi t + \frac{\pi}{2})$ (V). Biểu thức của cường độ dòng điện trong mạch là:

A. $i = 0{,}5\sin(10^8\pi t + \frac{\pi}{2})$ (A)

B. $i = 0{,}5\cos(10^8\pi t + \frac{\pi}{2})$ (A)

C. $i = 0{,}5\cos 10^8\pi t$ (A)

D. $i = 0{,}5\cos(10^8\pi t + \pi)$ (A)

20.12. Chọn câu trả lời đúng

Một mạch dao động điện từ gồm một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L và hai tụ điện C_1 và C_2. Khi mắc cuộn dây riêng với từng tụ C_1, C_2 thì chu kì dao động của mạch tương ứng là $T_1 = 6$ ms và $T_2 = 8$ ms. Chu kì dao động của mạch khi mắc đồng thời cuộn dây với C_1 nối tiếp C_2 là:

A. 4,8 ms B. 6 ms

C. 8 ms D. 10 ms.

20.13. Chọn câu trả lời đúng

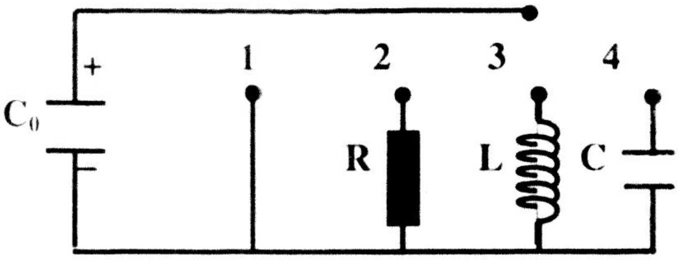
Cho một mạch điện như hình 20.2. Tích điện cho tụ điện C_0. Trong mạch sẽ xuất hiện dao động điện từ nếu khoá K được đóng vào:

A. Chốt (1)

B. Chốt (2)

C. Chốt (3)

D. Chốt (4)



Hình 20.2

20.14. Một mạch dao động LC có điện tích cực đại trên một bản tụ là $Q_0 = 4.10^{-8}$C, cường độ dòng điện cực đại trong mạch là $I_0 = 10$ mA. Tính tần số dao động điện từ trong mạch.

20.15. Tụ điện C và cuộn cảm L trong mạch dao động được mắc với nhau như thế nào?

A. C và L mắc nối tiếp với nhau vì chịu cùng một dòng điện.

B. C và L mắc song song với nhau vì chịu cùng một điện áp.

C. Có thể coi C và L mắc nối tiếp hoặc song song với nhau đều được.

D. không thể coi C và L mắc nối tiếp hoặc song song với nhau được.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

20.9. ***D***

$$T = \frac{2\pi}{\omega}\ ;\ \omega = \frac{I_0}{Q_0} \Rightarrow T = 2\pi\frac{Q_0}{I_0}$$

20.10. ***B***

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \qquad \Rightarrow \quad L = \frac{1}{4\pi^2Cf^2} = \frac{10^{-3}}{\pi}\ \text{H}$$

20.11. ***D***

Biểu thức của điện tích của tụ điện là:

$$q = Cu = \frac{10^{-6}}{\pi}.0{,}005\cos(10^8\pi t + \frac{\pi}{2}) = \frac{5.10^{-9}}{\pi}\cos(10^8\pi t + \frac{\pi}{2})\ \text{(C)}$$

Biểu thức của cường độ dòng điện trong mạch là:

$$i = q' = -10^8\pi.\frac{5.10^{-9}}{\pi}\sin(10^8\pi t + \frac{\pi}{2}) = 0{,}5\cos(10^8\pi t + \pi)\ \text{(A)}$$

20.12. *A*

$$T = 2\pi\sqrt{LC_{nt}} \text{ với } \frac{1}{C_{nt}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{T_{nt}^2} = \frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2} \Rightarrow T_{nt} = \frac{T_1.T_2}{\sqrt{T_1^2 + T_2^2}} = \frac{6.8}{\sqrt{6^2 + 8^2}} \Rightarrow T_{nt} = 4.8 \text{ s}$$

20.13. *C*

Trong mạch sẽ xuất hiện dao động điện từ nếu khoá K được đóng vào chốt (3) để tạo thành mạch LC.

20.14. Trong mạch dao động điện từ LC, nếu điện tích cực đại trên tụ điện là Q_0 và cường độ dòng điện cực đại trong mạch là I_0 thì tần số góc dao động điện từ trong mạch là: $\omega = \frac{I_0}{Q_0}$

Tần số dao động điện từ trong mạch là:

$$f = \frac{1}{2\pi}.\frac{I_0}{Q_0} = \frac{1}{2\pi}.\frac{10.10^{-3}}{4.10^{-8}} = 4.10^4 \text{ Hz}$$

Đáp số: *$f = 4.10^4$ Hz*

20.15.

Tụ điện C và cuộn cảm L trong mạch dao động được:

- mắc nối tiếp với nhau vì chịu cùng một dòng điện.
- C và L không mắc song song với nhau vì điện áp u_C và u_L ngược pha nhau u_L sớm pha hơn u_C là π.

Đáp án: A

Bài 21 – ĐIỆN TỪ TRƯỜNG

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Từ trường biến thiên và điện trường xoáy

a) *Điện trường xoáy*

Điện trường có đường sức là các đường cong khép kín gọi là điện trường xoáy.

b) *Từ trường biến thiên*

Nếu tại một nơi có một từ trường biến thiên theo thời gian thì tại nơi đó xuất hiện một điện trường xoáy.

2. Điện trường biến thiên và từ trường xoáy

a) *Từ trường xoáy*

Nếu tại một nơi có một điện trường biến thiên theo thời gian thì tại nơi đó xuất hiện một từ trường xoáy.

b) So sánh dòng điện dẫn với dòng điện dịch

- *Giống nhau*

  Cả hai đều sinh ra xung quanh nó một từ trường.

- *Khác nhau:*

  Dòng điện dẫn là dòng chuyển dời có hướng của các hạt mang điện tích; Còn dòng điện dịch là một điện trường biến thiên, không có các hạt mang điện tích chuyển động.

3. Điện từ trường và thuyết điện từ Mác–xoen

a) Điện từ trường

Điện trường biến thiên sinh ra từ trường xoáy, từ trường biến thiên sinh ra điện trường xoáy. Hai trường biến thiên này liên hệ mật thiết với nhau và là hai thành phần của một trường thống nhất, gọi là điện từ trường.

b) Thuyết điện từ

Thuyết điện từ của Mác–xoen khẳng định mối quan hệ khăng khít giữa điện tích, điện trường và từ trường.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Phát biểu định luật cảm ứng điện từ.

Trả lời

Dòng điện cảm ứng xuất hiện trong mạch kín có chiều sao cho từ trường cảm ứng có tác dụng chống lại sự biến thiên của từ thông ban đầu qua mạch kín.

C2. Nêu các đặc điểm của đường sức của một điện trường tĩnh điện và so sánh với đường sức của điện trường xoáy.

Trả lời

Đặc điểm của đường sức của một điện trường tĩnh điện:

- Là các đường cong hở xuất phát ở các điện tích dương và kết thúc ở các điện tích âm.
- Biến thiên trong không gian, nhưng không đổi theo thời gian.

So sánh với đường sức của điện trường xoáy:

Điện trường tĩnh	Điện trường xoáy
• Do các điện tích đứng yên sinh ra.	• Do từ trường biến thiên sinh ra.
• Là các đường cong hở xuất phát ở các điện tích dương và kết thúc ở các điện tích âm.	• là các đường cong kín bao quanh các đường cảm ứng từ.
• Biến thiên trong không gian, nhưng không đổi theo thời gian.	• Biến thiên trong không gian và theo thời gian

C3. Vòng dây dẫn kín có vai trò gì hay không trong việc tạo ra điện trường xoáy.

Trả lời

Điện trường xoáy sinh ra là do sự biến thiên của một từ trường xoáy. Vòng dây dẫn kín không có vai trò gì trong việc tạo ra điện trường xoáy. Nhưng vòng dây dẫn kín khi đặt trong từ trường biến thiên có tác dụng tạo ra dòng điện cảm ứng.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

?

21.1. Phát biểu mối quan hệ giữa từ trường biến thiên và điện trường xoáy.

Trả lời

Nếu tại một nơi có một từ trường biến thiên theo thời gian thì tại nơi đó xuất hiện một điện trường xoáy.

21.2. Phát biểu mối quan hệ giữa điện trường biến thiên và từ trường.

Trả lời

Nếu tại một nơi có một điện trường biến thiên theo thời gian thì tại nơi đó xuất hiện một từ trường.

21.3. Điện từ trường là gì?

Trả lời

Điện trường biến thiên sinh ra từ trường xoáy, từ trường biến thiên sinh ra điện trường xoáy. Hai trường biến thiên này liên hệ mật thiết với nhau và là hai thành phần của một trường thống nhất, gọi là điện từ trường.

▼

21.4. Ở đâu xuất hiện một điện từ trường?

A. Xung quanh một điện tích đứng yên.
B. Xung quanh một dòng điện không đổi.
C. Xung quanh một ống dây điện.
D. Xung quanh một chỗ có tia lửa điện.

Hướng dẫn giải

Xung quanh một chỗ có tia lửa điện có điện từ trường.

Đáp án: D

21.5. Đặt một hộp kín bằng sắt trong một điện từ trường. Trong hộp sẽ:

A. có điện trường. B. có từ trường.
C. có điện từ trường. D. không có các trường nói trên.

Hướng dẫn giải

Đặt một hộp kín bằng sắt trong một điện từ trường. Trong hộp sẽ không có các trường nói trên.

Đáp án: D

21.6. Điểm nào dưới đây không thuộc về thuyết điện từ của Mác–xoen?

A. Tương tác giữa các điện tích hoặc giữa điện tích với điện trường và từ trường.

B. Mối quan hệ giữa điện tích và sự tồn tại của điện trường và từ trường.

C. Mối quan hệ giữa sự biến thiên của từ trường và điện trường xoáy.

D. Mối quan hệ giữa sự biến thiên của điện trường và từ trường.

Hướng dẫn giải

Điểm *không thuộc* về thuyết điện từ của Mác–xoen là tương tác giữa các điện tích hoặc giữa điện tích với điện trường và từ trường.

Đáp án: A

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

21.7. Chọn câu trả lời đúng

Điện trường tĩnh:

A. Do các điện tích đứng yên sinh ra.

B. Có đường sức là các đường cong hở, xuất phát ở các điện tích dương và kết thúc ở các điện tích âm.

C. Biến thiên trong không gian, nhưng không phụ thuộc vào thời gian.

D. Cả A, B, C đều đúng.

21.8. Chọn câu trả lời đúng

Điện trường xoáy là điện trường:

A. có các đường sức bao quanh các đường cảm ứng từ.

B. giữa hai bản tụ điện có điện tích không đổi.

C. có đường sức không khép kín.

D. của các điện tích đứng yên.

21.9. Chọn câu trả lời đúng

Khi điện trường biến thiên theo thời gian giữa các bản tụ điện thì:

A. Có một dòng các hạt mang điện tích dương chuyển dời có hướng.

B. Có một dòng các hạt mang điện tích âm chuyển dời có hướng.

C. Tương đương với dòng điện trong dây dẫn gọi là dòng điện dịch.

D. Không có dòng điện chạy qua.

21.10. Chọn câu trả lời đúng

So sánh dòng điện dịch với dòng điện dẫn:

A. Giống nhau là cả hai dòng điện đều sinh ra xung quanh nó một từ trường.

B. Khác nhau là dòng điện dẫn là do sự chuyển động hỗn loạn của các hạt mang điện tích tạo thành; Còn dòng điện dịch không có các hạt mang điện tích chuyển động.

C. Dòng điện dẫn là dòng chuyển dời có hướng của các hạt mang điện tích; Còn dòng điện dịch là do một từ trường biến thiên sinh ra.

D. Cả A, B, C đều đúng.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

21.7. ***D***

Điện trường tĩnh:

- Do các điện tích đứng yên sinh ra.
- Có đường sức là các đường cong hở, xuất phát ở các điện tích dương và kết thúc ở các điện tích âm.
- Biến thiên trong không gian, nhưng không phụ thuộc vào thời gian.

⇒ Câu đúng D

21.8. ***A***

Điện trường xoáy là điện trường có các đường sức bao quanh các đường cảm ứng từ.

21.9. ***B***

Sự biến thiên của điện trường giữa các bản tụ điện (nơi không có dây dẫn), tương đương với một dòng điện trong dây dẫn. Nó được gọi là dòng điện dịch.

21.10. ***A***

So sánh dòng điện dịch với dòng điện dẫn:

- Giống nhau là cả hai dòng điện đều sinh ra xung quanh nó một từ trường.
- Dòng điện dẫn là dòng chuyển dời có hướng của các hạt mang điện tích; Còn dòng điện dịch là một điện trường biến thiên.

Bài 22 – SÓNG ĐIỆN TỪ

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Định nghĩa sóng điện từ

Sóng điện từ chính là điện từ trường biến thiên lan truyền trong không gian.

2. Đặc điểm của sóng điện từ

- Truyền được trong mọi môi trường vật chất kể cả chân không. Vận tốc truyền trong chân không bằng vận tốc ánh sáng $c = 3.10^8 m/s$.
- Là sóng ngang. Tại mỗi điểm trên phương truyền sóng các vectơ $\bar{E} \perp \bar{B} \perp \bar{v}$ và tạo thành một tam diện thuận.
- Trong sóng điện từ thì dao động của điện trường và từ trường luôn luôn đồng pha với nhau.
- Khi gặp mặt phân cách giữa hai môi trường thì sóng điện từ cũng bị phản xạ, khúc xạ như ánh sáng.
- Sóng điện từ mang theo năng lượng.
- Sóng điện từ có bước sóng từ vài mét đến vài km được gọi là sóng

vô tuyến, được dùng trong thông tin liên lạc vô tuyến.

3. *Bước sóng điện từ*

- *Trong chân không*

$$\lambda = \frac{c}{f} = c.T = 2\pi c\sqrt{LC}\ ;\ c = 3.10^8\ \text{m/s}$$

- *Trong môi trường vật chất có chiết suất n*

$$\lambda_n = \frac{v}{f} = v.T = \frac{\lambda}{n}\ ;\ n = \frac{c}{v}$$

v = vận tốc áng sáng trong môi trường chiết suất n.

4. *Các loại sóng vô tuyến*

Loại sóng	Tần số	Bước sóng
Sóng dài và cực dài	0,1 – 1 MHz	100 – 1 km
Sóng trung	1 – 10 MHz	1.000 – 100 m
Sóng ngắn	10 – 100 MHz	100 – 10 m
Sóng cực ngắn	100 – 1000 MHz	10 – 1 m

5. *Vai trò của tầng điện li trong việc thu và phát sóng vô tuyến*

- *Tầng điện li*: là tầng khí quyển ở độ cao từ 80 km đến 800 km có chứa nhiều hạt tích điện là các electron, ion dương, ion âm.
- *Sóng dài và sóng cực dài:* năng lượng thấp, không truyền đi xa được, ít được dùng để thông tin liên lạc trên mặt đất. Nó ít bị nước hấp thụ nên được dùng để thông tin dưới nước.
- *Sóng trung:* Ban ngày sóng trung bị tầng điện li hấp thụ mạnh ⇒ không truyền đi xa được; Ban đêm, nó bị tầng điện li phản xạ mạnh ⇒ truyền đi xa được ⇒ Được dùng để thông tin liên lạc về đêm.
- *Sóng ngắn:* Chúng có năng lượng cao; Bị tầng điện li và mặt đất phản xạ mạnh. Vì vậy, từ một đài phát sóng ngắn trên mặt đất, sóng có thể truyền tới mọi nơi trên mặt đất ⇒ Được dùng để thông tin liên lạc trên mặt đất.
- *Sóng cực ngắn:* Chúng có năng lượng rất lớn, không bị tầng điện li phản xạ hay hấp thụ, mà cho truyền qua ⇒ Được dùng để thông tin liên lạc vũ trụ.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1 Sóng điện từ và điện từ trường có gì khác nhau?

Trả lời

Điện từ trường thì có thể tập trung trong mạch LC, nhưng chỉ khi nào lan truyền đi trong không gian thì mới tạo thành sóng điện từ.

C2. Viết công thức liên hệ giữa bước sóng điện từ với tần số sóng.

Trả lời

Công thức liên hệ giữa bước sóng điện từ λ với tần số sóng f là:

- Trong chân không hay không khí: $\lambda = \frac{c}{f}$

  với $c = 3.10^8$ m/s là vận tốc ánh sáng trong chân không hay không khí.

- Trong môi trường vật chất có chiết suất n: $\lambda_n = \frac{v}{f}$

  với $v = 3.10^8$ m/s là vận tốc ánh sáng trong một trường chiết suất n.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

?

22.1. Sóng điện từ là gì? Nêu những đặc điểm của sóng điện từ.

Trả lời

a) Định nghĩa sóng điện từ

Sóng điện từ chính là điện từ trường biến thiên lan truyền trong không gian.

b) Đặc điểm của sóng điện từ

- Truyền được trong mọi môi trường vật chất kể cả chân không. Vận tốc truyền trong chân không bằng vận tốc ánh sáng $c = 3.10^8$m/s.
- Là sóng ngang. Tại mỗi điểm trên phương truyền sóng các vectơ $\vec{E} \perp \vec{B} \perp \vec{v}$ và tạo thành một tam diện thuận.
- Trong sóng điện từ thì dao động của điện trường và từ trường luôn luôn đồng pha với nhau.
- Khi gặp mặt phân cách giữa hai môi trường thì sóng điện từ cũng bị phản xạ, khúc xạ như ánh sáng.
- Sóng điện từ mang theo năng lượng.
- Sóng điện từ có bước sóng từ vài mét đến vài km được gọi là sóng vô tuyến, được dùng trong thông tin liên lạc vô tuyến.

22.2. Nêu những đặc điểm của sự truyền sóng vô tuyến trong khí quyển.

Trả lời

- Sóng vô tuyến dài và trung bị khí quyển hấp thụ rất mạnh, nên không truyền đi xa được.
- Sóng vô tuyến ngắn khi truyền trong khí quyển hầu như không bị hấp thụ, có thể truyền đi rất xa, được dùng trong thông tin liên lạc vô tuyến.
- Sóng vô tuyến cực ngắn không bị khí quyển hấp thụ hay phản xạ mà cho truyền qua, nên được dùng để thông tin liên lạc ngoài vũ trụ.

▼

22.3. Nhiều khi ngồi trong nhà không thể dùng được điện thoại di động, vì không có sóng. Nhà đó chắc chắn phải là:

A. nhà sàn B. nhà lá

C. nhà gạch D. nhà bê tông

Hướng dẫn giải

Khi ngồi trong nhà không thể dùng được điện thoại di động, vì không có sóng. Nhà đó chắc chắn phải là nhà làm bằng bê tông cột thép. Vì khi đó nhà giống như một hộp kín bằng kim loại và sóng điện từ bị chặn lại không vô nhà được.

Đáp án: D

22.4. Sóng điện từ có tần số 12 MHz thuộc loại sóng nào dưới đây?

A. Sóng dài B. Sóng trung.

C. Sóng ngắn. D. Sóng cực ngắn.

Hướng dẫn giải

Sóng điện từ có tần số 12 MHz thì có bước sóng:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3.10^8}{12.10^6} = 25 \text{ m}$$

⇒ thuộc loại sóng ngắn.

Đáp án: C

22.5. Trong hình 22.1, hình nào diễn tả đúng phương và chiều của véctơ cường độ điện trường $\vec{E}$, cảm ứng từ $\vec{B}$ và vận tốc truyền sóng $\vec{v}$ của một sóng điện từ?

A. Hình 22.1a

B. Hình 22.1b

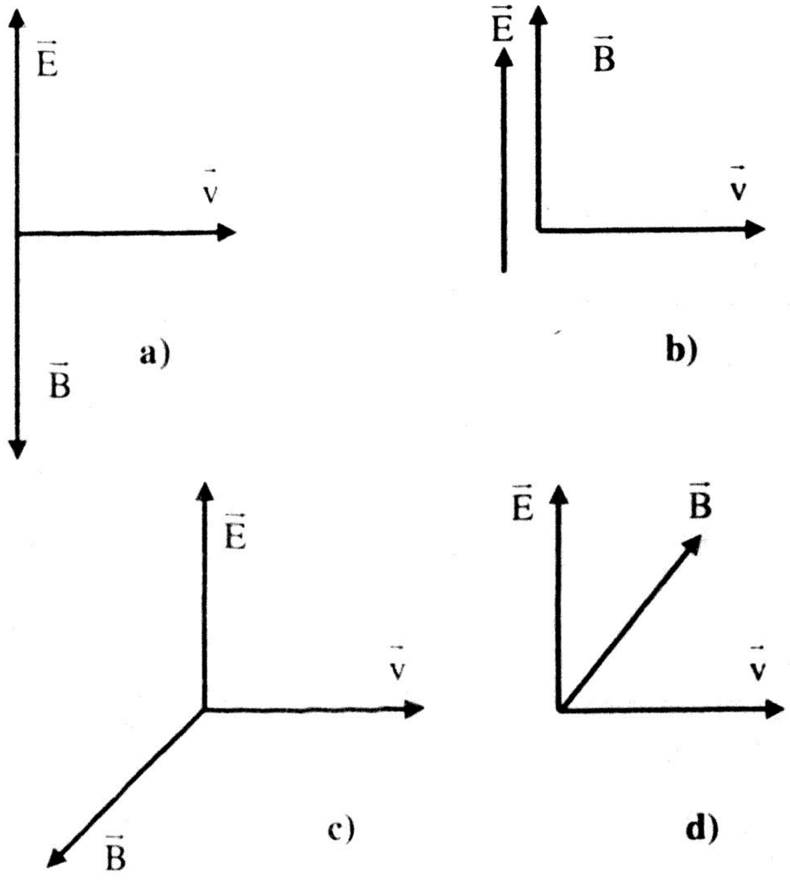
C. Hình 22.1c

D. Hình 22.1d

Hướng dẫn giải

Trong một sóng điện từ, véctơ cường độ điện trường $\vec{E}$, cảm ứng từ $\vec{B}$ và vận tốc truyền sóng $\vec{v}$ hợp thành tam diện thuận. Do đó hình đúng là hình 22.1c.

Đáp án: C



Hình 22.1

22.6. Tính tần số của các sóng ngắn có bước sóng 25 m, 31 m và 41 m. Biết vận tốc truyền sóng điện từ là 3.10^8 m/s.

Hướng dẫn giải

Tần số sóng điện từ được tính bởi công thức: $f = \frac{c}{\lambda}$

- Khi $\lambda = 25$ m:

$$f = \frac{3.10^8}{25} = 1,2.10^7 \text{ Hz} = 12 \text{ MHz}$$

- Khi $\lambda = 31$ m:

$$f = \frac{3.10^8}{31} \approx 9,7.10^6 \text{ Hz} = 9,7 \text{ MHz}$$

- Khi $\lambda = 41$ m:

$$f = \frac{3.10^8}{41} \approx 7,3.10^6 \text{ Hz} = 7,3 \text{ MHz}$$

Đáp số: f = 12 MHz; 9,7 MHz; 7,3 MHz

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

22.7. Chọn câu trả lời đúng

Khi một điện tích điểm dao động điều hòa sẽ sinh ra:

A. sóng điện từ.
B. sóng siêu âm.
C. sóng cơ học.
D. sóng âm.

22.8. Chọn câu trả lời đúng

Sóng điện từ là quá trình lan truyền trong không gian của một điện từ trường biến thiên tuần hoàn theo thời gian. Trong đó, véc tơ cường độ điện trường $\vec{E}$ và véctơ cảm ứng từ $\vec{B}$ và véc tơ vận tốc truyền sóng $\vec{v}$ của điện từ trường đó thỏa:

A. $\vec{E} \perp \vec{B}$
B. $\vec{E} \perp \vec{v}$
C. $\vec{B} \perp \vec{v}$
D. Cả A, B, C đều đúng.

22.9. Chọn câu trả lời đúng

Một mạch dao động LC có cuộn thuần cảm có độ tự cảm $L = \frac{10^{-3}}{\pi}$ H và tụ điện có điện dung $C = \frac{1}{\pi}$ nF. Bước sóng điện từ mà mạch đó có thể phát ra là:

A. 6 m
B. 60 m
C. 600 m
D. 6 km

22.10. Chọn câu trả lời đúng

Mạch chọn sóng của một máy thu thanh gồm một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L = 4 μH và một tụ xoay C_V có điện dung biến thiên từ $C_m = 10$ nF đến $C_M = 360$ nF khi xoay các bản tụ di động góc xoay α từ 0^0 đến 180^0.

Khi chỉnh góc xoay $\alpha = 90^0$ thì mạch có thể thu được sóng điện từ có bước sóng:

A. 16,22 m B. 162,2 m C. 1622 m D. 16,22 km

22.11. Chọn câu trả lời đúng

Sóng vô tuyến được dùng để thông tin liên lạc dưới nước là:

A. Sóng ngắn. B. Sóng trung.

C. Dài và cực dài. D. Sóng cực ngắn.

22.12. Chọn câu trả lời đúng

Một sóng điện từ có bước sóng trong chân không $\lambda_0 = 120$ m. Khi truyền vào trong nước có chiết suất $n = \frac{4}{3}$, bước sóng của sóng đó là:

A. 90 m B. 120 m C. 160 m D. 180 m

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

22.7. *A*

Khi một điện tích điểm dao động điều hòa sẽ sinh ra sóng điện từ.

22.8. *D*

$$\vec{E} \perp \vec{B}\ ;\ \vec{E} \perp \vec{v} \text{ và } \vec{B} \perp \vec{v} \Rightarrow \text{ câu đúng D}$$

22.9. *C*

$$\lambda = 2\pi c\sqrt{LC} = 600 \text{ m}$$

22.10. *C*

Khi chỉnh góc xoay $\alpha = 90^0$ thì điện dung của tụ bằng:

$$C_V = C_m + \Delta C_V$$

Trong đó:

$$\Delta C_V = \frac{C_M - C_m}{\alpha_M - \alpha_m}.(\alpha_V - \alpha_m) = \frac{360 - 10}{180 - 0}.(90 - 0) = 175 \text{ nF}$$

$$\Rightarrow C_V = 10 + 175 = 185 \text{ nF}$$

Khi chỉnh góc xoay $\alpha = 90^0$ thì mạch có thể thu được sóng điện từ có bước sóng:

$$\lambda = 2\pi c\sqrt{LC}$$

$$\Rightarrow \lambda_V = 2\pi c\sqrt{LC_V} = 2\pi.3.10^8\sqrt{4.10^{-6}.185.10^{-9}} = 1622 \text{ m}$$

22.11. *C*

Sóng vô tuyến được dùng để thông tin liên lạc dưới nước là sóng dài và cực dài.

22.12. *A*

Bước sóng của sóng điện từ trong chân không và trong nước lần lượt là:

$$\lambda_0 = \frac{c}{f}\ ;\ \lambda_n = \frac{v}{f}$$

Bước sóng của sóng đó là: $\lambda_n = \frac{\lambda_0}{n}$; với: $n = \frac{c}{v} \Rightarrow \lambda_n = \frac{\lambda_0}{n} = 90$ m

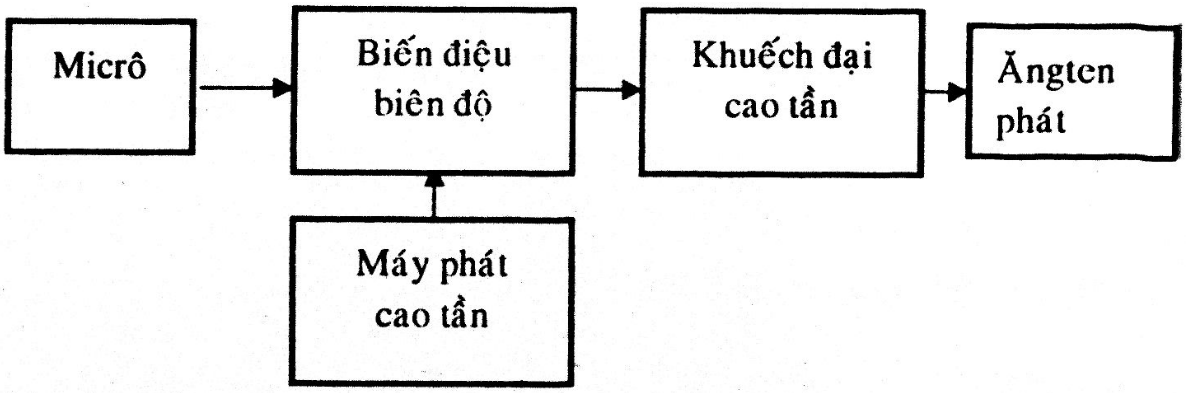
Bài 23 – NGUYÊN TẮC THÔNG TIN LIÊN LẠC BẰNG SÓNG VÔ TUYẾN

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

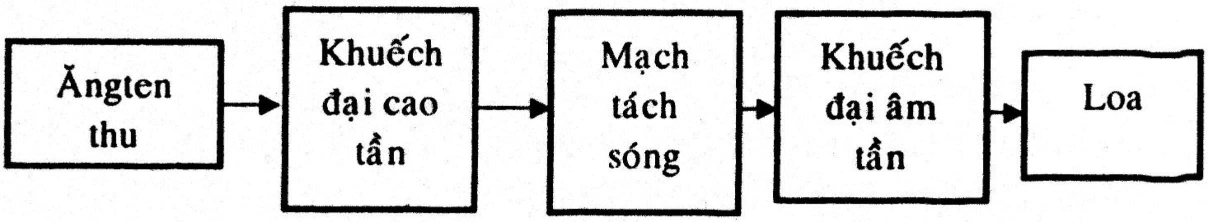
1. Nguyên tắc chung của việc thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến

- Dùng sóng vô tuyến có bước sóng ngắn để tải thông tin. Đó là các sóng điện từ cao tần gọi là sóng mang.
- Phải biến điệu sóng mang: tức là trộn sóng âm tần với sóng mang.
- Ở nơi thu phải tách sóng âm tần ra khỏi sóng mang bằng *mạch tách sóng.*
- Tín hiệu âm tần thu được phải được khuếch đại bằng *mạch khuếch đại*, trước khi đưa ra loa.

2. Sơ đồ khối của một máy phát thanh vô tuyến đơn giản


Micrô
Biến điệu biên độ
Khuếch đại cao tần
Ăngten phát
Máy phát cao tần

3. Sơ đồ khối của một máy thu thanh vô tuyến đơn giản


Ăngten thu
Khuếch đại cao tần
Mạch tách sóng
Khuếch đại âm tần
Loa

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Hãy giải thích tại sao trong việc thông tin liên lạc bằng vô tuyến phải dùng sóng điện từ cao tần?

Trả lời

Trong việc thông tin liên lạc bằng vô tuyến, sóng vô tuyến làm nhiệm vụ là "sóng mang" để truyền tải thông tin đi xa, vì vậy phải dùng sóng điện từ cao tần, tức là sóng có năng lượng cao mới có thể đi xa được.

C2. Hãy nêu tên các sóng mang này và cho biết khoảng tần số của chúng.

Trả lời

Tên sóng	Tần số
Sóng dài và cực dài	0,1 – 1 MHz
Sóng trung	1 – 10 MHz
Sóng ngắn	10 – 100 MHz
Sóng cực ngắn	100 – 1000 MHz

C3. Hãy trình bày tác dụng của mỗi bộ phận trong sơ đồ khối của máy phát thanh vô tuyến đơn giản.

Trả lời

Tác dụng của mỗi bộ phận trong sơ đồ khối của máy phát thanh vô tuyến đơn giản:

- *Micrô (1):* có tác dụng biến âm thanh thành tín hiệu điện âm tần (sóng âm tần).
- *Máy phát sóng điện từ cao tần (2):* có tác dụng phát và duy trì sóng vô tuyến cao tần để làm sóng mang.
- *Mạch biến điệu (3):* có tác dụng trộn tín hiệu âm tần vào sóng mang cao tần để tạo thành tín hiệu cao tần biến điệu.
- *Mạch khuếch đại (4):*có tác dụng khuếch đại tín hiệu cao tần biến điệu trước khi phát sóng vào không trung.
- *Ăng ten phát (5):*có tác dụng phát sóng vào không trung.

C4. Hãy trình bày tác dụng của mỗi bộ phận trong sơ đồ khối của một máy thu thanh đơn giản.

Trả lời

- *Ăng ten thu (1):* có tác dụng thu sóng vô tuyến phát trong không trung.
- *Mạch khuếch đại cao tần (2):* có tác dụng khuếch đại tín hiệu cao tần biến điệu mà ăngten thu được.
- Mạch tách sóng (3): có tác dụng tách tín hiệu âm tần cần thiết ra sóng mang cao tần để lấy lại tín hiệu âm tần.
- *Mạch khuếch đại âm tần (4):* có tác dụng khuếch đại tín hiệu âm tần trước khi đưa ra loa.
- *Loa (5):* có tác dụng biến tín hiệu điện âm tần thành âm thanh và phát cho người nghe.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

?

23.1. Hãy nêu bốn nguyên tắc cơ bản của việc thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến.

Trả lời

- Dùng sóng vô tuyến có bước sóng ngắn để tải thông tin. Đó là các sóng điện từ cao tần gọi là *sóng mang*.

- Phải biến điệu sóng mang: tức là trộn sóng âm tần với sóng mang.
- Ở nơi thu phải tách sóng âm tần ra khỏi sóng mang bằng *mạch tách sóng*.
- Tín hiệu âm tần thu được phải được khuếch đại bằng *mạch khuếch đại*, trước khi đưa ra loa.

23.2. Sóng mang là gì? Thế nào là biến điệu một sóng điện từ cao tần?

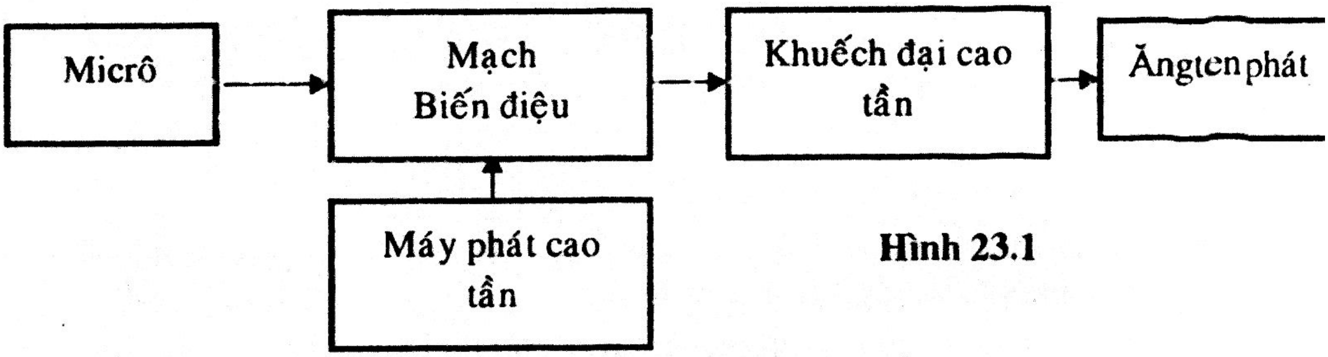
Trả lời

- Sóng mang là sóng điện từ cao tần (sóng vô tuyến) dùng để tải các thông tin (sóng âm tần) trong việc thông tin liên lạc bằng vô tuyến
- Biến điệu một sóng điện từ cao tần: là trộn sóng âm tần với sóng mang.

23.3. Vẽ sơ đồ khối của một máy phát thanh đơn giản và giải thích tác dụng của từng bộ phận trong sơ đồ.

Trả lời

- *Vẽ sơ đồ khối của một máy phát thanh đơn giản hình 23.1.*


Micrô
Mạch Biến điệu
Khuếch đại cao tần
Ăngten phát
Máy phát cao tần

Hình 23.1

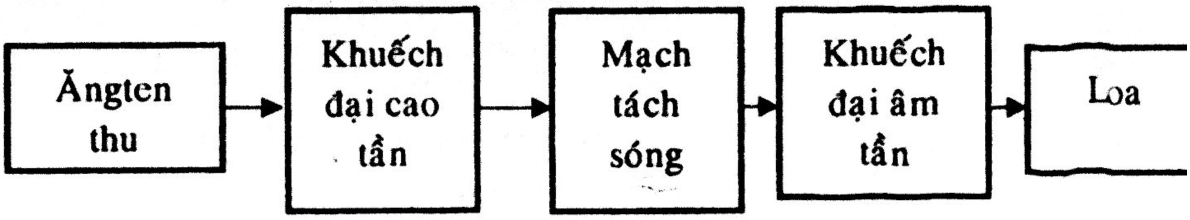
- *Giải thích tác dụng của từng bộ phận trong sơ đồ:*

1. *Micrô:* biến dao động âm tần thành dao động điện có cùng tần số ⇒ Sóng âm tần.
2. *Máy phát cao tần*: dùng để phát ra sóng điện từ cao tần dùng làm sóng mang.
3. *Mạch biến điệu*: dùng để trộn tín hiệu âm tần với sóng mang trước khi truyền đi.
4. *Mạch khuếch đại:* tín hiệu sau khi được biến điệu sẽ được khuếch đại trước khi phát đi.
5. *Ăng ten phát:* dùng để phát sóng điện từ.

23.4. Vẽ sơ đồ khối của một máy thu thanh đơn giản và giải thích tác dụng của từng bộ phận trong sơ đồ.

Trả lời

- *Vẽ sơ đồ khối của một máy thu thanh đơn giản hình 23.2.*


Ăngten thu
Khuếch đại cao tần
Mạch tách sóng
Khuếch đại âm tần
Loa

Hình 23.2

- *Giải thích tác dụng của từng bộ phận trong sơ đồ:*

1. *Ăng ten thu:* dùng để thu sóng điện từ.
2. *Mạch khuếch đại cao tần:* tín hiệu cao tần sau khi thu vào sẽ được khuếch đại trước khi tách sóng.
3. *Mạch tách sóng:* tách tín hiệu âm tần cần thiết ra khỏi sóng mang.
4. *Mạch khuếch đại âm tần:* tín hiệu âm tần sau khi được tách ra sẽ được khuếch đại trước khi đưa ra loa.
5. *Loa:* biến dao động điện thành dao động âm có cùng tần số.

◆

23.5. Trong các dụng cụ nào dưới đây có cả một máy phát sóng và một máy thu sóng vô tuyến?

A. Máy thu thanh. B. Máy thu hình

C. Chiếc điện thoại di động. D. Cái điều khiển tivi.

Hướng dẫn giải

Dụng cụ có cả một máy phát sóng và một máy thu sóng vô tuyến là chiếc điện thoại di động

Đáp án: C

23.6. Trong "máy bắn tốc độ" xe cộ trên đường:

A. chỉ có máy phát sóng vô tuyến.

B. chỉ có máy thu sóng vô tuyến.

C. có cả máy phát sóng và máy thu sóng vô tuyến.

D. không có máy phát sóng và máy thu sóng vô tuyến.

Hướng dẫn giải

"máy bắn tốc độ" xe cộ trên đường ứng dụng hiệu ứng Đốp–ple của trường hợp sóng điện từ. Máy bắn phát ra một sóng điện từ, sóng này tới đập vào xe cộ đang chuyển động bị phản xạ lại và được ghi vào máy. Áp dụng hiệu ứng Đốp–ple, người ta có thể đo được tốc độ chuyển động tương đối của xe so với máy.

⇒ "máy bắn tốc độ" có cả máy phát sóng và máy thu sóng vô tuyến.

Đáp án: C

23.7. Biến điệu sóng điện từ là gì?

A. Là biến đổi sóng cơ thành sóng điện từ.

B. Là trộn sóng điện từ tần số âm với sóng điện từ tần số cao.

C. Là làm cho biên độ sóng điện từ tăng lên.

D. Là tách sóng điện từ tần số âm với sóng điện từ tần số cao.

Hướng dẫn giải

Biến điệu sóng điện từ là trộn sóng điện từ tần số âm với sóng điện từ tần số cao.

Đáp án: B

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

23.8. Chọn câu trả lời đúng

Ăng ten là một mạch điện gồm hai phần tử:

A. RL mắc nối tiếp.

B. RC mắc nối tiếp.

C. LC mắc nối tiếp và góc giữa hai bản tụ điện bằng 0^0.

D. LC mắc nối tiếp và góc giữa hai bản tụ điện bằng 180^0.

23.9. Chọn câu trả lời đúng

Trong việc thông tin liên lạc bằng vô tuyến:

A. Sóng vô tuyến đóng vai trò "sóng mang" sóng âm đi xa.

B. Phải trộn sóng âm tần với sóng vô tuyến trước khi truyền đi.

C. Phải tách sóng âm tần với sóng vô tuyến trước khi đưa ra loa.

D. Cả A, B, C đều đúng.

23.10. Chọn câu trả lời đúng

Nguyên tắc hoạt động của máy phát sóng trong thông tin liên lạc bằng vô tuyến không có qui trình nào sau đây:

A. Khuếch đại âm tần. B. Khuếch đại cao tần.

C. Tách sóng. D. Biến điệu điều biên.

23.11. Chọn câu trả lời đúng

Một mạch dao động LC gồm một cuộn cảm có độ tự cảm L = 10 mH và một tụ điện phẳng mà hai bản có dạng hình tròn bán kính 2 cm và đặt trong không khí. Hai bản cách nhau 2 mm. Bước sóng mà mạch đó có thể cộng hưởng là:

A. 44,2 m B. 442 m

C. 4420 m D. Một giá trị khác.

23.12. Chọn câu trả lời đúng

Tác dụng của tầng điện li đối với sóng vô tuyến cực ngắn:

A. bị tầng điện li hấp thụ mạnh vào ban ngày.

B. bị tầng điện li phản xạ mạnh vào ban đêm.

C. tầng điện cho truyền qua.

D. Bị tầng điện li hấp thụ, phản xạ hay cho truyền qua tùy thuộc vào cường độ sóng.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

23.8. ***D***

Ăng ten là một mạch điện gồm hai phần tử LC mắc nối tiếp và góc giữa hai bản tụ điện bằng 180^0.

23.9. ***D***

Trong việc thông tin liên lạc bằng vô tuyến:

- Sóng vô tuyến đóng vai trò "sóng mang" sóng âm đi xa.

- Phải trộn sóng âm tần với sóng vô tuyến trước khi truyền đi.
- Phải tách sóng âm tần với sóng vô tuyến trước khi đưa ra loa.

⇒ câu đúng D.

23.10. *C*

Nguyên tắc hoạt động của máy phát sóng trong thông tin liên lạc bằng vô tuyến không có qui trình tách sóng.

23.11. *B*

Điện dung của tụ điện:

$$C = \frac{\varepsilon S}{9.10^9.4\pi d} = \frac{\varepsilon.\pi.R^2}{9.10^9.4.\pi.d} = \frac{1.(2.10^{-2})^2}{9.10^9.4.2.10^{-3}} = 0{,}055.10^{-10}\ \text{F}$$

$$C = 5{,}5.10^{-12}\ \text{F} = 5{,}5\ \text{pF}$$

Bước sóng mà mach đó có thể cộng hưởng là:

$$\lambda = 2\pi c\sqrt{LC} = 2\pi.\ 3.10^8\ \sqrt{0{,}01.5{,}5.10^{-12}} = 442\ \text{m}$$

23.12. *C*

Tác dụng của tầng điện li đối với sóng vô tuyến cực ngắn là được tầng điện cho truyền qua.

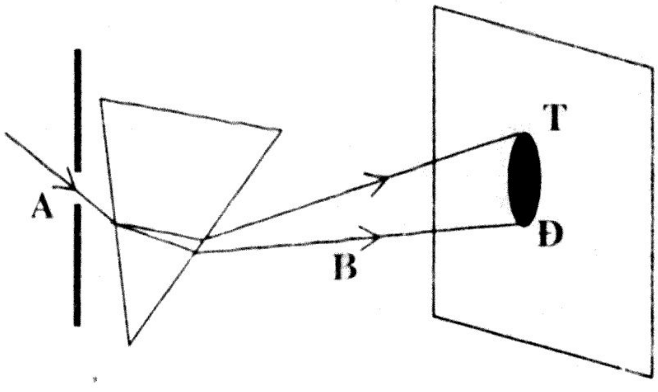
CHƯƠNG V – SÓNG ÁNH SÁNG

Bài 24 – TÁN SẮC ÁNH SÁNG

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Thí nghiệm về sự tán sắc ánh sáng của Niu-tơn (Newton)

+ Dùng một màn chắn trên có khoét một khe hẹp A để tách một chùm ánh sáng mặt trời (ánh sáng mặt trời là ánh sáng trắng) có dạng một dải hẹp. Cho chùm sáng trắng này chiếu vào một lăng kính có cạnh song song với A. Sau lăng kính đặt một màn ảnh B hứng chùm tia ló.



+ Kết quả: *Trên màn ta thu được một dải màu như ở cầu vồng từ đỏ đến tím. Các tia màu đỏ bị lệch ít nhất. Các tia màu tím bị lệch nhiều nhất.*

2. Định nghĩa tán sắc

Sự tán sắc ánh sáng là sự phân tán một chùm ánh sáng phức tạp thành các chùm ánh sáng đơn sắc.

3. Nguyên nhân tán sắc

Do chiết suất của một môi trường trong suốt đối với các ánh sáng đơn sắc có màu sắc khác nhau là khác nhau. Chùm ánh sáng trắng chứa nhiều thành phần đơn sắc đến mặt lăng kính dưới cùng một góc tới, nhưng do chiết suất của lăng kính đối với các tia đơn sắc khác nhau là khác nhau nên bị khúc xạ dưới các góc khúc xạ khác nhau. Kết quả, sau khi qua lăng kính chúng bị tách ra thành nhiều chùm ánh sáng có màu sắc khác nhau ⇒ tán sắc ánh sáng.

4. Ứng dụng

Được dùng trong các máy quang phổ để phân tích ánh sáng của một nguồn sáng hay giải thích các hiện tượng như cầu vồng...

5. Định nghĩa ánh sáng đơn sắc

- Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng không bị tán sắc khi qua lăng kính Mỗi ánh sáng đơn sắc có một màu sắc xác định gọi là màu đơn sắc.
- Một chùm ánh sáng đơn sắc khi truyền từ môi trường này sang môi trường khác, các yếu tố không bị thay đổi: tần số và màu sắc.

6. Ánh sáng trắng

Là hỗn hợp của nhiều ánh sáng đơn sắc có màu sắc biến thiên liên tục từ đỏ đến tím.

7. Chiết suất – Vận tốc và bước sóng

- *Vận tốc* truyền ánh sáng phụ thuộc vào môi trường truyền sóng.

  - Trong không khí vận tốc đó là $c = 3.10^8$ m/s

  - Trong môi trường nước có chiết suất n đối với ánh sáng đó, vận tốc truyền sóng là: $v = \frac{c}{n} < c$

- *Bước sóng* của ánh sáng đơn sắc đó được tính bởi công thức:

  - Trong không khí: $\lambda = \frac{c}{f}$

  - Trong môi trường chiết suất n: $\lambda_n = \frac{v}{f} = \frac{\lambda}{n}$

Vì chiết suất của một môi trường vật chất $n > 1 \Rightarrow \lambda_n < \lambda$

Chiết suất của thủy tinh biến thiên theo màu sắc của ánh sáng và tăng dần từ màu đỏ tới màu tím.

8. Công thức tán sắc với lăng kính

➢ *Tổng quát*

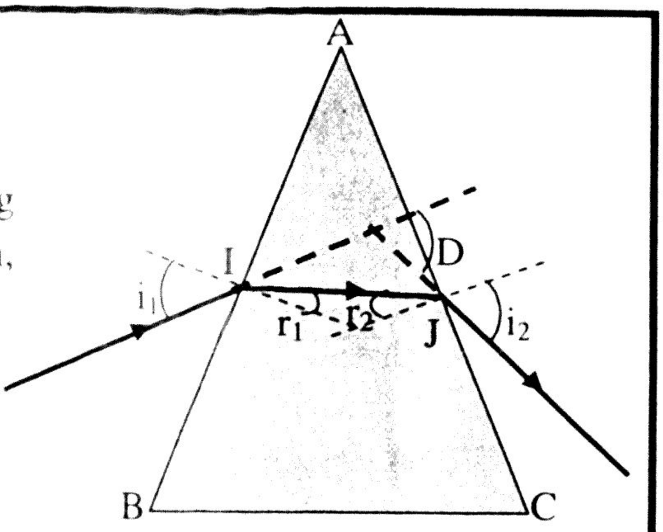
$\sin i_1 = n_1 \sin r_1$

$\sin i_{2j} = n_j \sin r_{2j}$

$A = r_{1j} + r_{2j}$

$D_j = i_{1j} + i_{2j} - A$

Chỉ số j biểu thị ứng với từng ánh sáng đơn sắc như: đỏ, cam, vàng, lục, lam, chàm, tím ...



- ***Đặc biệt***
  - ***Điều kiện i_1, $A \le 10^0$***

$i_{1j} = nr_{1j}$ $\qquad$ $i_{2j} = nr_{2j}$

$A = r_{1j} + r_{2j}$; $\qquad$ $D_j = (n_j - 1)A$

  - ***Điều kiện góc lệch cực tiểu D_{min}:***

$$i_{1j} = i_{2j} = i_j \ ; \quad r_{1j} = r_{2j} = r_j = \frac{A}{2}$$

$$D_{jmin} = 2i_j - A$$

$$\sin\frac{D_{jmin} + A}{2} = n_j \sin\frac{A}{2}$$

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Nhắc lại kết luận về sự lệch của tia sáng khi truyền qua lăng kính.

Trả lời

Chiếu một chùm tia sáng đơn sắc tới mặt bên của một lăng kính (có chiết suất n> 1) theo phương từ phía đáy lên thì tia ló ra khỏi lăng kính sẽ lệch về phía đáy của lăng kính.

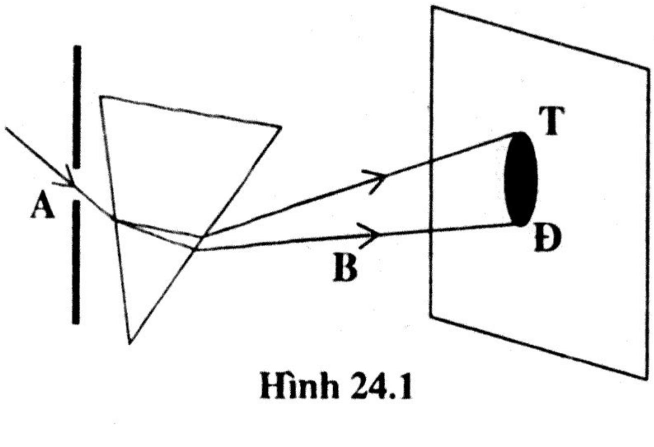
C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

?

241. Trình bày thí nghiệm của Niu-tơn về sự tán sắc ánh sáng.

Trả lời

Dùng một màn chắn trên có khoét một khe hẹp A để tách một chùm ánh sáng mặt trời (ánh sáng mặt trời là ánh sáng trắng) có dạng một dải hẹp như hình 24.1. Cho chùm sáng trắng này chiếu vào một lăng kính có cạnh song song với A. Sau lăng kính đặt một màn ảnh B hứng chùm tia ló.



Hình 24.1

Kết quả: *Trên màn ta thu được một dải màu như ở cầu vồng từ đỏ đến tím. Các tia màu đỏ bị lệch ít nhất. Các tia màu tím bị lệch nhiều nhất.*

24.2. Trình bày thí nghiệm với ánh sáng đơn sắc của Niu-tơn.

Trả lời

SGK trang 123

24.3. Trong thí nghiệm với ánh sáng đơn sắc của Niu-tơn, nếu ta bỏ màn M đi rồi đưa hai lăng kính lại gần nhau, nhưng vẫn đặt ngược chiều nhau, thì ánh sáng có bị tán sắc hay không?

Trả lời

Trong thí nghiệm với ánh sáng đơn sắc của Niu-tơn, với góc tới $i_1 \neq 0$, khi ta bỏ màn M đi rồi đưa hai lăng kính lại gần nhau, nhưng vẫn đặt ngược chiều nhau, thì lăng kính này giống như bản mặt song song, khi đó chùm tia ló khỏi bản mặt sẽ là chùm song song các tia sáng đơn sắc có màu từ đỏ đến tím $\Rightarrow$ có sự tán sắc ánh sáng.

▼

24.4. Chọn câu đúng

Thí nghiệm với ánh sáng đơn sắc của Niu-tơn nhằm chứng minh:

A. sự tồn tại của ánh sáng đơn sắc.

B. lăng kính không làm thay đổi màu sắc của ánh sáng qua nó.

C. ánh sáng Mặt Trời không phải là ánh sáng đơn sắc.

D. ánh sáng có bất kì màu gì khi qua lăng kính cũng bị lệch về phía đáy.

Hướng dẫn giải

Thí nghiệm với ánh sáng đơn sắc của Niu-tơn nhằm chứng minh lăng kính không làm thay đổi màu sắc của ánh sáng qua nó.

Đáp án: B

24.5. Một lăng kính thủy tinh có góc chiết quang $A = 5^0$ được coi là nhỏ, có chiết suất của thủy tinh đối với ánh sáng đỏ và ánh sáng tím lần lượt là $n_đ = 1{,}643$ và $n_t = 1{,}685$. Cho một chùm ánh sáng trắng hẹp rọi vào một mặt bên của lăng kính dưới góc tới i nhỏ. Tính góc giữa tia tím và tia đỏ sau khi ló khỏi lăng kính

Hướng dẫn giải

Vì i_1 và A nhỏ nên có thể dùng công thức lăng kính trong điều kiện góc nhỏ.

$$i_1 = nr_1;\ i_2 = nr_2$$

Góc lệch của các tia đỏ và tím khi qua lăng kính lần lượt là:

$$D_đ = (n_đ - 1)A\ ;\ D_t = (n_t - 1)A$$

Độ rộng góc của quang phổ cho bởi lăng kính là:

$$\beta = D_t - D_đ = (n_t - n_đ)A$$

$$\beta = (1{,}685 - 1{,}643).\ 5 = 0{,}21^0 = 12{,}6'$$

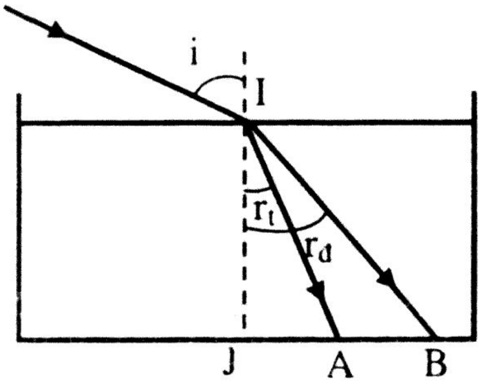
Đáp số: $\beta = 0{,}21^0 = 12{,}6'$

24.6.. Một cái bể sâu 1,2 m chứa đầy nước. Một tia sáng mặt trời rọi vào mặt nước dưới góc tới i, có $\tan i = \frac{4}{3}$. Tính độ dài của quang phổ do tia sáng tạo ra ở đáy bể.

Cho biết: chiết suất của nước đối với ánh sáng đỏ và ánh sáng tím lần lượt là $n_đ = 1{,}328$ và $n_t = 1{,}343$.

Hướng dẫn giải

Từ hình vẽ 24.2 ta có:



Hình 24.2

$$h = IJ = 1{,}2\text{ m}$$

$$\tan i = \frac{4}{3} \Rightarrow i = 53{,}13^0$$

$$\sin r_đ = \frac{\sin i}{n_đ} = \frac{\sin 53{,}13^0}{1{,}328} = 0{,}602$$

$$\Rightarrow r_đ = 37{,}04^0$$

$$JB = h\tan r_đ = 1{,}2\ .\ \tan 37{,}04^0 = 0{,}906\text{ m}$$

$$\sin r_t = \frac{\sin i}{n_t} = \frac{\sin 53{,}13^0}{1{,}343} = 0{,}596 \Rightarrow r_t = 36{,}56^0$$

$$JA = h\tan r_t = 1{,}2\ .\ \tan 36{,}56^0 = 0{,}890\text{ m}$$

Độ dài của quang phổ do tia sáng tạo ra ở đáy bể là:

$$\Rightarrow AB = JB - JA = 0{,}016\text{ m} = 1{,}6\text{ cm}$$

Đáp số: AB = 1,6 cm

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

247.. Ý nghĩa quan trọng nhất của thí nghiệm của Niu-tơn là gì?

248.. Chọn câu trả lời sai

Ánh sáng thấy được đơn sắc là ánh sáng:

A. Có vận tốc không đổi khi truyền từ môi trường này sang môi trường kia.

B. Có một màu sắc xác định.

C. Không bị tán sắc khi qua lăng kính.

D. Bị khúc xạ khi qua lăng kính.

249.. Chọn câu trả lời đúng

Trong hiện tượng tán sắc của ánh sáng trắng khi qua một lăng kính:

A. Tia màu vàng bị lệch nhiều hơn tia màu lục.

B. Tia màu cam bị lệch nhiều hơn tia màu vàng.

C. Tia tím có góc lệch nhỏ nhất.

D. Tia màu tím bị lệch nhiều hơn tia màu chàm.

24.10. Chọn câu trả lời đúng

Lần lượt chiếu vào mặt bên lăng kính các tia sáng sau dưới góc tới $i_1 \neq 0$. Hãy cho biết trường hợp nào tia sáng bị tán sắc khi qua lăng kính?

A. ánh sáng đỏ

B. ánh sáng lục

C. ánh sáng trắng

D. cả ba ánh sáng trên.

24.11. Chọn câu trả lời đúng

Một chùm ánh sáng mặt trời hẹp rọi xuống mặt nước trong một bể bơi và tạo ở đáy bể một vệt sáng

A. có màu trắng dù chiếu xiên hay chiếu vuông góc.

B. có nhiều màu dù chiếu xiên hay chiếu vuông góc.

C. có nhiều màu khi chiếu xiên và có màu trắng khi chiếu vuông góc.

D. không có màu dù chiếu thế nào.

24.12. Chọn câu trả lời đúng

Lăng kính thủy tinh có tiết diện thẳng là tam giác cân ABC đỉnh A. Một chùm ánh sáng trắng hẹp coi như một tia sáng được chiếu vuông góc tới mặt bên AB. Sau hai lần phản xạ toàn phần trên hai mặt AC và AB, tia sáng ló ra khỏi đáy BC theo phương vuông góc với BC và được hứng trên một màn ảnh. Vệt sáng trên màn:

A. có màu cầu vồng từ đỏ đến tím.

B. có màu trắng.

C. có màu trắng nhưng có viền màu ở mép.

D. A, B, C đều sai.

24.13. Chiếu một chùm tia sáng trắng hẹp coi như một tia sáng vào một lăng kính có tiết diện thẳng là tam giác cân ABC, có góc chiết quang $A = 5^0$ theo phương vuông góc với mặt phẳng phân giác của góc chiết quang tại một điểm tới rất gần A. Biết $n_t = 1,54$ và $n_đ = 1,5$. Quang phổ hứng được trên một màn đặt song song và cách mặt phẳng phân giác của lăng kính là 2 m. Tính bề rộng quang phổ thu được trên màn.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

24.7.

Ý nghĩa quan trọng nhất của thí nghiệm của Niu-tơn là cho thấy lăng kính không làm thay đổi màu sắc của ánh sáng qua nó.

24.8. ***A***

Ánh sáng thấy được đơn sắc là ánh sáng:

- Có vận tốc thay đổi khi truyền từ môi trường này sang môi trường kia.
- Có một màu sắc xác định.
- Không bị tán sắc khi qua lăng kính.
- Bị khúc xạ khi qua lăng kính.

⇒ câu sai A

24.9. *D*

Tia màu tím bị lệch nhiều hơn tia màu chàm.

24.10. *C*

Ánh sáng trắng bị tán sắc khi qua lăng kính.

24.11. *C*

Một chùm ánh sáng mặt trời hẹp rọi xuống mặt nước trong một bể bơi và tạo ở đáy bể một vệt sáng có nhiều màu khi chiếu xiên và có màu trắng khi chiếu vuông góc. Vì:

- Khi chiếu xiên góc tới $i \neq 0$, do chiết suất của nước đối với các ánh sáng đơn sắc trong chùm ánh sáng trắng tới có giá trị khác nhau nên khi các ánh sáng đơn sắc khác nhau đi vào nước nó sẽ bị khúc xạ dưới các góc khúc xạ khác nhau ⇒ chúng bị tách ra thành vệt sáng nhiều màu, gọi là tán sắc.
- Khi chiếu vuông góc: $i = 0 \Rightarrow r = 0$, các ánh sáng đơn sắc trong chùm ánh sáng trắng tới khi vào nước nó sẽ truyền vuông góc với mặt nước ⇒ chúng không bị tách ra ⇒ có màu trắng.

24.12. *B*

Vệt sáng trên màn có màu trắng.

24.13. Từ hình 24.3 ta có bề rộng quang phổ thu được trên màn:

$x = ĐT = OT - OĐ$ (1)

Trong đó:

$OT = OA.\tan D_t$; $OĐ = OA.\tan D_đ$ (2)

Vì $SA \perp AH$ nên:

$i_1 = \frac{A}{2} = 2{,}5^0$ và $A = 5^0$ có thể dùng công thức lăng kính trong điều kiện góc nhỏ.

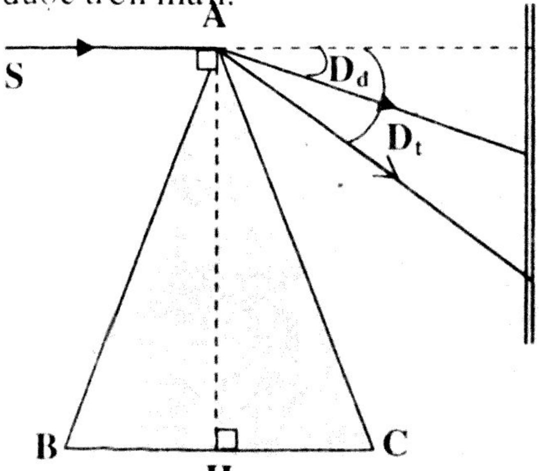
$D_đ = (n_đ - 1)A$; $D_t = (n_t - 1)A$ (3)

$\tan D_đ \approx D_đ$; $\tan D_t \approx D_t$

Từ (1), (2) và (3) suy ra:

$x = OA.(n_t - n_đ).A = 2 . (1{,}54 - 1{,}5).\frac{5\pi}{180}$

$x \approx 7.10^{-3}$ m = 7 mm



Hình 24.3

Đáp số: x = 7 mm

Bài 25 – GIAO THOA ÁNH SÁNG

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng

Hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng là hiện tượng truyền sai lệch so với sự truyền thẳng khi ánh sáng gặp vật cản.

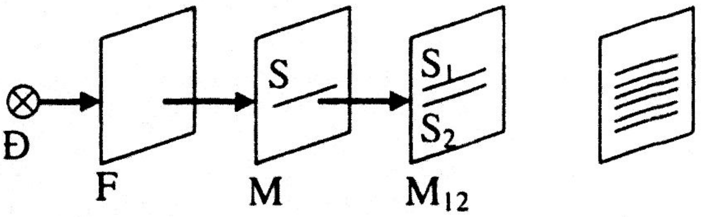
2. Thí nghiệm Y-âng(Young) về hiện tượng giao thoa ánh sáng

- *Trường hợp ánh sáng đơn sắc :* bố trí thí nghiệm như hình vẽ:

+ Ánh sáng từ đèn Đ phát ra ánh sáng trắng, cho qua kính lọc F rồi chiếu vào một khe hẹp S trên màn chắn M biến S thành nguồn sáng đơn sắc.

+ Chùm sáng sau khi qua S được chiếu vào hai khe hẹp S_1, S_2 trên màn M_{12}, nằm song song nhau và song song với S.

+ Đặt sau màn M_{12} một màn ảnh trong miền chồng chập của hai chùm sáng từ S_1, S_2 tới, ta thấy một vùng sáng hẹp trên màn trong đó xuất hiện các vạch sáng tối xen kẽ cách đều, màu sáng là màu của ánh sáng đơn sắc đó. Hiện tượng này gọi là hiện tượng giao thoa ánh sáng.



- *Trường hợp ánh sáng trắng :* Nếu bỏ kính lọc F, ta thấy có một vạch sáng trắng ở chính giữa, hai bên có những dải màu cầu vồng, tím ở trong, đỏ ở ngoài.

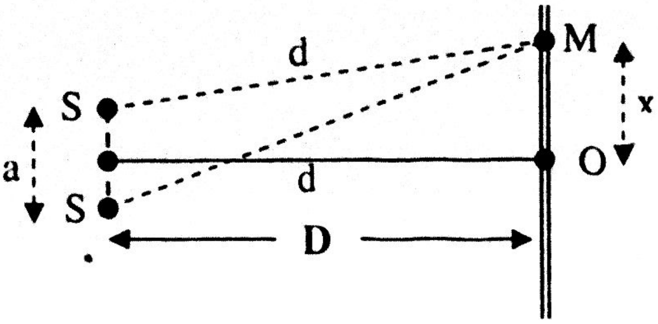
3. Công thức giao thoa ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ

+ Bằng hình học ta có hiệu quang trình (hiệu đường đi)

$$d_1 - d_2 = \frac{ax}{D}$$

+ Điều kiện để M là vị trí vân sáng

$$d_1 - d_2 = k\lambda \; ; k \in Z$$



➢ ***Vị trí vân sáng***

$$x_s^k = \frac{k\lambda D}{a} \; ; \; k = 0; \pm 1 \; ; \pm 2...$$

- $k = 0$: $x_S^0 = 0$: vị trí vân sáng trung tâm
- $k = 1$: $x_S^1 = \dfrac{\lambda D}{a}$: vị trí vân sáng bậc nhất, ...

+ Điều kiện để M là vị trí vân tối

$$d_1 - d_2 = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \;;\; k \in Z$$

➤ ***Vị trí vân tối***

$$x_T^k = \frac{(2k+1)\lambda D}{2a}$$

- $k = 0$: $x_T^0 = \dfrac{\lambda D}{2a}$: vân tối thứ nhất
- $k = 1$: $x_T^1 = \dfrac{3\lambda D}{2a}$: vân tối thứ hai

➤ ***Khoảng vân***

Khoảng vân là khoảng cách giữa hai vân sáng liên tiếp hay hai vân tối liên tiếp.

$$i = x_S^{k+1} - x_S^k = x_T^{k+1} - x_T^k = \frac{\lambda D}{a}$$

➤ ***Số vân sáng – vân tối trong miền giao thoa bề rộng L***

Lập tỉ số: $n = \dfrac{L}{2i}$; Gọi N_{max} = phần nguyên của n

⇒ Số vân sáng: $N_S = 2N_{max} + 1$

⇒ Số vân tối:

* Nếu phần thập phân của $n < 0,5$ thì:

$$N_T = 2N_{max}$$

* Nếu phần thập phân của $n \geq 0,5$ thì:

$$N_T = 2(N_{max} + 1)$$

4. Công thức giao thoa ánh sáng trắng

Ánh sáng trắng bước sóng (trong chân không) biến thiên liên tục trong khoảng: $0,4\ \mu m \leq \lambda_j \leq 0,76\ \mu m$

➤ ***Vị trí vân sáng***

$$x_s^{kj} = \frac{k_j \lambda_j D}{a} \;;\; k_j = 0 ; \pm 1 ; \pm 2 ...$$

- $k_j = 0$: $x_S^0 = 0$: vị trí vân sáng trắng trung tâm
- $k_j = 1$: $x_S^1 = \dfrac{\lambda D}{a}$: vị trí vân sáng bậc nhất của ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ_j, ...

- ***Vị trí vân tối***

$$x_T^{kj} = \frac{(2k_j + 1)\lambda_j D}{2a}$$

- $k_j = 0$: $x_T^0 = \frac{\lambda_j D}{2a}$: vân tối thứ nhất của ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ_j.
- $k = 1$: $x_T^1 = \frac{3\lambda D}{2a}$: vân tối thứ hai của ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ_j.

- ***Khoảng vân***

$$i_j = x_S^{kj+1} - x^{kj}_S = x_T^{kj+1} - x_T^{kj} = \frac{\lambda_j D}{a}$$

- ***Độ rộng quang phổ bậc I***

$$\Delta x_1 = x_S^{\text{đỏ} 1} - x_S^{\text{tím} 1} = i_{\text{đỏ}} - i_{\text{tím}} = \frac{(\lambda_đ - \lambda_t)D}{a}$$

- ***Độ rộng quang phổ bậc II***

$$\Delta x_2 = 2\Delta x_1$$

5. Ứng dụng

Đo bước sóng của ánh sáng theo công thức: $\lambda = \frac{ai}{D}$

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng trên hình 25.2SGK, có thể bỏ màn M đi được không?

Trả lời

Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng trên hình 25.2SGK, ta không thể bỏ màn M đi được, vì khi đó không nhìn thấy được hệ vân giao thoa.

C2. Quan sát các vân giao thoa, có thể nhận biết vân nào là vân chính giữa không?

Trả lời

Trong giao thoa ánh sáng với ánh sáng đơn sắc, vân chính giữa là vân chia số lượng vân giao thoa trên màn thành hai phần bằng nhau.

Trường hợp giao thoa với ánh sáng trắng, vân chính giữa là vân duy nhất trên màn có màu trắng.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

?

25.1. Kết luận quan trọng nhất rút ra từ thí nghiệm Y-âng là gì ?

Trả lời

Kết luận quan trọng nhất rút ra từ thí nghiệm Y-âng là ánh sáng có tính chất sóng.

25.2. Viết công thức xác định vị trí các vân sáng.

Trả lời

Khoảng cách từ tâm của vân chính giữa (vân trung tâm) đến vân sáng thứ k được tính bằng công thức: $x_k = \frac{k\lambda D}{a}$ (k = 0; ±1; ±2 ...)

25.3. Viết công thức tính khoảng vân.

Trả lời

Khoảng vân là khoảng cách giữa hai vân sáng liên tiếp hay hai vân tối liên tiếp và được tính bởi công thức:

$$i = x_S^{k+1} - x_S^{k} = x_T^{k+1} - x_T^{k} = \frac{\lambda D}{a}$$

Trong đó: a là khoảng cách giữa hai khe S_1S_2.

D là khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe tới màn ảnh.

λ là bước sóng của ánh sáng đơn sắc dùng trong thí nghiệm.

25.4. Ánh sáng nhìn thấy có bước sóng nằm trong khoảng nào?

Trả lời

Ánh sáng nhìn thấy có bước sóng từ 380 nm đến 760 nm; có màu sắc từ tím tới đỏ.

25.5. Nêu những đặc điểm của ánh sáng đơn sắc.

Trả lời

Đặc điểm của ánh sáng đơn sắc là:

- có một màu sắc xác định.
- có một tần số xác định.
- trong một môi trường trong suốt xác định thì có một bước sóng xác định.
- không bị tán sắc khi qua lăng kính.

▼

25.6. Chỉ ra công thức đúng để tính khoảng vân.

A. $i = \frac{\lambda D}{a}$ B. $i = \frac{\lambda D}{a}$ C. $i = \frac{aD}{\lambda}$ D. $i = \frac{a}{\lambda D}$

Hướng dẫn giải

Công thức đúng để tính khoảng vân: $i = \frac{\lambda D}{a}$

Đáp án: A

25.7. Chọn câu đúng

Bức xạ màu vàng của natri có bước sóng λ bằng:

A. 0,589 mm B. 0,589 nm C. 0,589 μm D. 0,589 pm

Hướng dẫn giải

Bức xạ màu vàng của natri có bước sóng $\lambda = 0,589\ \mu m$

Đáp án: C

25.8. Trong một thí nghiệm Y-âng với a = 2 mm, D = 1,2 m, người ta đo được i = 0,36 mm. Tính bước sóng λ và tần số f của bức xạ.

Hướng dẫn giải

Bước sóng của ánh sáng dùng trong thí nghiệm là:

$$\lambda = \frac{ai}{D} = 0,6.10^{-6}\ m = 0,6\ \mu m$$

Tần số của ánh sáng dùng trong thí nghiệm là: $f = \frac{c}{\lambda} = 5.10^{14}\ Hz$

Đáp số: $\lambda = 0,6\ \mu m$; $f = 5.10^{14}\ Hz$

25.9. Một khe hẹp F phát ra ánh sáng đơn sắc bước sóng $\lambda = 600$ nm chiếu sáng hai khe F_1, F_2 song song với F và cách nhau 1,2 mm. vân giao thoa được quan sát trên một màn M song song với mặt phẳng chứa F_1, F_2 và cách nó 0,5 m.

a) Tính khoảng vân.

b) Xác định khoảng cách từ vân sáng chính giữa đến vân sáng bậc 4.

Hướng dẫn giải

a) Khoảng vân:

$$i = \frac{\lambda D}{a} = 0,25\ mm$$

b) Khoảng cách từ vân chính giữa đến vân sáng bậc 4 được tính bằng công thức: $x_k = \frac{k\lambda D}{a} = ki$ với $k = 4$

$$\Rightarrow x_S^4 = 4\ .\ 0,25 = 1\ mm$$

Đáp số: a) $i = 0,25\ mm$; b) $x_X^4 = 1\ mm$

25.10. Trong một thí nghiệm Y-âng, khoảng cách giữa hai lỗ S_1, S_2 là a = 1,56 mm, khoảng cách từ S_1, S_2 đến màn quan sát là D = 1,24 m. Đo khoảng cách từ một vân sáng đến vân thứ 12 bên phải nó là 5,21 mm. Tính bước sóng của ánh sáng.

Hướng dẫn giải

Khoảng cách từ một vân sáng đến vân thứ 12 bên phải nó là 11 khoảng vân:

$$11i = 5,21\ mm \Rightarrow i = 0,474\ mm$$

Bước sóng của ánh sáng dùng trong thí nghiệm là:

$$\lambda = \frac{ai}{D} = 0,596\ \mu m$$

Đáp số: $\lambda = 0,596\ \mu m$

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

25.11. Để khẳng định rằng các vân sáng tối xuất hiện trong thí nghiệm Y-âng đúng là do sự giao thoa ánh sáng, ta cần làm gì?

25.12. Tác dụng của hai bức xạ đơn sắc bước sóng khác nhau, đối với mắt có gì khác nhau?

25.13. Khi ánh sáng truyền từ một môi trường sang một môi trường khác, thì trong ba đại lượng đặc trưng của sóng là tần số, chu kì và bước sóng, đại lượng nào bị thay đổi, đại lượng nào không?

25.14. Chọn câu trả lời đúng

Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng với ánh sáng đơn sắc, vân sáng trên màn là ...

A. tập hợp các điểm có hiệu khoảng cách đến hai nguồn bằng một số nguyên lần bước sóng.

B. tập hợp các điểm có hiệu khoảng cách đến hai nguồn bằng một số lẻ lần nửa bước sóng.

C. tập hợp các điểm có hiệu quang trình (quang lộ) đến hai nguồn bằng một số nguyên lần bước sóng.

D. tập hợp các điểm có hiệu quang trình (quang lộ) đến hai nguồn bằng một số lẻ lần nửa bước sóng.

25.15. Chọn câu trả lời đúng

Người ta thực hiện giao thoa ánh sáng đơn sắc với khe Y-âng mà khoảng cách giữa hai khe là 2 mm. Khoảng cách từ màn đến hai khe là 1,4 m. Biết khoảng cách từ vân sáng thứ nhất đến vân sáng thứ 16 là 5,25 mm. Bước sóng λ của ánh sáng tới là:

A. 0,47 μm B. 0,50 μm C. 0,54 μm D. 0,75 μm

25.16. Chọn câu trả lời đúng

Thực hiện giao thoa ánh sáng với khe Y-âng, khoảng cách giữa hai khe S_1S_2 bằng 0,5 mm. Khoảng cách từ mặt phẳng hai khe đến màn là bằng 2 m. Bước sóng ánh sáng bằng 5.10^{-4} mm. Điểm M trên màn cách vân sáng trung tâm 9 mm là:

A. vân sáng thứ ba. B. vân sáng thứ tư.

C. vân tối thứ tư. D. vân tối thứ năm.

25.17. Trong một thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, khi chiếu sáng lỗ F bằng một đèn natri phát ra ánh sáng màu vàng bước sóng $\lambda = 589$ nm người ta quan sát được 15 vân sáng, mà khoảng cách giữa tâm hai vân ngoài cùng là 6,3 mm. Thay đèn natri bằng nguồn phát bước sóng λ' thì quan sát được 18 vân sáng, mà hai vân sáng ngoài cùng cũng cách nhau 6,3 mm. Tính bước sóng λ'.

25.18. Chọn câu trả lời đúng

Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng Y-âng: Khoảng cách hai khe S_1S_2 là 2 mm, khoảng cách từ S_1S_2 đến màn là 2 m, bước sóng ánh sáng là 0,6 μm.

Xét hai điểm M và N (ở cùng phía đối với O) có tọa độ lần lượt $x_M = 3,6$ mm và $x_N = 5,4$ mm. Trong khoảng giữa M và N (không tính M, N) có:

A. 5 vân tối
B. 4 vân tối
C. 3 vân tối
D. một giá trị khác.

25.19. Chọn câu trả lời đúng

Trong thí nghiệm Young (Y-âng), các khe được chiếu sáng bằng ánh sáng trắng. Biết khoảng vân của ánh sáng tím và ánh sáng đỏ trên màn lần lượt là 1,2 mm và 1,6 mm. Độ rộng quang phổ bậc hai quan sát được trên màn là:

A. 0,4 mm
B. 0,8 mm
C. 1,2 mm
D. Một giá trị khác.

25.20. Chọn câu trả lời đúng

Hai khe Y-âng được chiếu bằng ánh sáng trắng có bước sóng trong khoảng từ $0,4\ \mu m < \lambda_j < 0,75\ \mu m$. Tại vị trí vân sáng bậc bốn của ánh sáng đỏ có bước sóng $\lambda_đ = 0,75 \mu m$ có vân sáng của bức xạ có bước sóng.

A. 0,6 μm
B. 0,5 μm
C. 0,43 μm
D. Cả A, B, C đều đúng.

25.21. Chọn câu trả lời đúng

Trong thí nghiệm Y-âng, cho a = 2 mm, D = 4 m. Người ta đặt trước khe sáng S_1 một bản mặt song song mỏng chiết suất n, bề dày e = 5 μm. Khi đó ta thấy hệ vân giao thoa trên màn bị dịch chuyển một đoạn 6 mm về phía S_1. Chiết suất n của chất làm bản mỏng là:

A. 1,4
B. 1,5
C. 1,6
D. 1,7

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

25.11.

Để khẳng định rằng các vân sáng tối xuất hiện trong thí nghiệm Y-âng đúng là do sự giao thoa ánh sáng, ta chỉ cần bỏ màn chứa hai khe F_1, F_2 đi hay che bớt một trong hai khe F_1 hay F_2 thì ta sẽ quan sát được trên màn ảnh một vùng sáng đồng đều.

25.12.

Tác dụng của hai bức xạ đơn sắc bước sóng khác nhau, đối với mắt cho ta cảm giác về màu sắc khác nhau.

Ví dụ: ứng với bước sóng λ = 400 nm mắt sẽ thấy màu tím; còn ứng với bước sóng λ = 750 nm mắt sẽ thấy màu đỏ.

25.13.

Khi ánh sáng truyền từ một môi trường này sang một môi trường khác, thì:

- đại lượng không đổi là tần số và chu kì.
- đại lượng bị thay đổi là bước sóng.

25.14. ***C***

Gọi d_1; d_2 = khoảng cách từ hai nguồn kết hợp tới vị trí vân sáng.

ℓ_1; ℓ_2 = quang trình từ hai nguồn kết hợp tới vị trí vân sáng.

n = chiết suất của môi trường.

$$\Rightarrow \ell_1 = nd_1 \; ; \; \ell_2 = nd_2$$

$$\ell_2 - \ell_1 = n(d_2 - d_1) = k\lambda \text{ ; Với } k \in Z$$

⇒ vân sáng trên màn là tập hợp các điểm có hiệu quang trình (quang lộ) đến hai nguồn bằng một số nguyên lần bước sóng.

25.15. ***B***

Khoảng cách từ vân sáng thứ nhất đến vân sáng thứ 16 là:

$$\Delta x = 15i = 5{,}25 \text{ mm} \Rightarrow i = 0{,}35 \text{ mm}$$

Bước sóng: $\lambda = \dfrac{ai}{D} = 0{,}5 \; \mu m$

25.16. ***D***

Khoảng vân: $i = \dfrac{\lambda D}{a} = 2$ mm

Vị trí của vân sáng: $x_S^k = ki$; $k \in Z$ (1)

Vị trí vân tối: $x_T = \dfrac{(2k+1)i}{2}$; $k \in Z$ (2)

Theo đề: $x_M = 9$ mm; để $k \in Z$ thì ở M là vị trí vân tối.

$$\Rightarrow x_T^k = \frac{(2k+1)i}{2} = x_M$$

$$\Rightarrow k = \frac{1}{2}\left(\frac{2x_M}{i} - 1\right) = 4 \Rightarrow \text{M là vân tối thứ năm.}$$

25.17.

Ứng với bức xạ có bước sóng λ = 589 nm, thì quan sát được 15 vân sáng ⇒ ứng với 14 khoảng vân i trên màn ⇒ 14i = 6,3 mm

Ứng với bức xạ có bước sóng λ', thì quan sát được 18 vân sáng ⇒ ứng với 17 khoảng vân i' trên màn ⇒ 17i' = 6,3 mm

$$\Rightarrow 17i' = 14i$$

Mặt khác: $i = \dfrac{\lambda D}{a}$; $i' = \dfrac{\lambda' D}{a} \Rightarrow \dfrac{\lambda'}{\lambda} = \dfrac{i'}{i} = \dfrac{14}{17}$

$$\Rightarrow \lambda' = \frac{14}{17}\lambda = 485 \text{ nm}$$

Đáp số: λ' = 485 nm

25.18. ***C***

Khoảng vân giao thoa trên màn là: $i = \dfrac{\lambda D}{a} = 0{,}6$ mm

Mặt khác: $k_M = \frac{x_M}{i} = 6 \Rightarrow$ M là vân sáng thứ sáu.

$k_N = \frac{x_N}{i} = 9 \Rightarrow$ N là vân sáng thứ chín.

Số vân tối trong khoảng giữa M và N (không tính M, N) là:

$$N_S = \frac{x_N - x_M}{i} = 3 \text{ vân tối}$$

25.19. ***B***

Độ rộng quang phổ bậc II

$$\Delta x_2 = 2\Delta x_1 = 2(i_{đỏ} - i_{tím}) = 0,8 \text{ mm}$$

25.20. ***D***

Vị trí vân sáng:

$$x_s^{kj} = \frac{k_j\lambda_j D}{a}; \; x_s^{kd} = \frac{k_d\lambda_d D}{a}$$

Điều kiện của những ánh sáng đơn sắc có vân sáng trùng với vân sáng bậc bốn của ánh sáng đỏ:

$$\frac{k_j\lambda_j D}{a} = \frac{4\lambda_d D}{a} \Rightarrow \lambda_j = \frac{4\lambda_d}{k_j} = \frac{3}{k_j} (\mu m)$$

Điều kiện của ánh sáng trắng có bước sóng trong khoảng từ:

$$0,4 \ \mu m < \lambda_j < 0,75 \ \mu m$$

$$\Rightarrow 0,4 < \frac{3}{k_j} < 0,75 \Rightarrow 4 < k_j < 7,5$$

Bước sóng của những ánh sáng đơn sắc có vân sáng trùng với vân sáng bậc bốn của ánh sáng đỏ:

- $k_1 = 4 \Rightarrow \lambda_1 = 0,75 \ \mu m$ (ánh sáng đỏ)
- $k_2 = 5 \Rightarrow \lambda_2 = 0,6 \ \mu m$
- $k_3 = 6 \Rightarrow \lambda_3 = 0,5 \ \mu m$
- $k_1 = 7 \Rightarrow \lambda_4 = 0,43 \ \mu m$

25.21. ***C***

Khi đặt bản mỏng, vị trí vân trung tâm mới O' bị dịch chuyển một đoạn $x_{O'}$:

$$x_{O'} = \frac{(n-1)eD}{a}$$

Theo đề: $$x_{O'} = \frac{(n-1)eD}{a} = 6 \text{ mm}$$

Chiết suất n của chất làm bản mỏng là: $n = 1 + \frac{ax_{O'}}{eD} = 1,6$

Bài 26 – CÁC LOẠI QUANG PHỔ

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

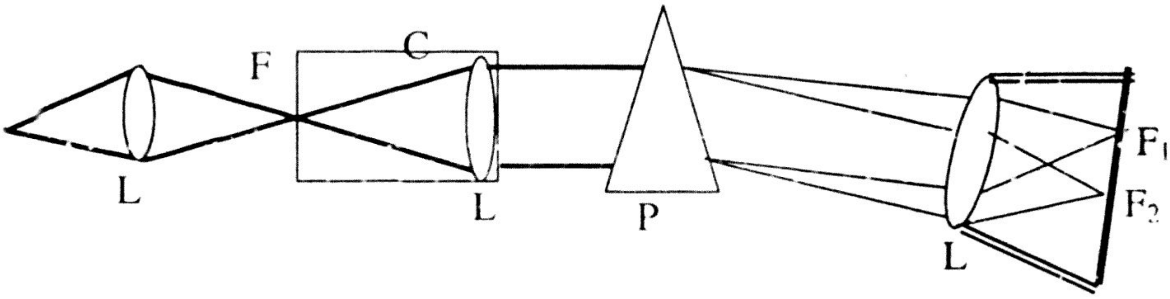
1. Máy quang phổ lăng kính

a) Định nghĩa

Máy quang phổ lăng kính là dụng cụ dùng để phân tích chùm ánh sáng phức tạp thành những thành phần đơn sắc.

Nó dùng để nhận biết các thành phần cấu tạo của một chùm sáng phức tạp do một nguồn sáng phát ra.

b) Nguyên tắc cấu tạo



Cấu tạo gồm

- *Ống chuẩn trực:* để tạo chùm ánh sáng song song.
- *Hệ tán sắc:* Bộ phận của máy làm nhiệm vụ tán sắc ánh sáng là lăng kính.
- *Buồng tối (buồng ảnh):* để ghi nhận ảnh quang phổ của các nguồn sáng.

c) Nguyên tắc hoạt động: dựa trên hiện tượng tán sắc ánh sáng.

2. Quang phổ phát xạ

a) Quang phổ liên tục

- *Định nghĩa*

  Quang phổ liên tục là quang phổ gồm một dải sáng có màu sắc biến đổi liên tục từ đỏ đến tím.

- *Nguồn phát sinh*

  + Các vật rắn, lỏng, hoặc khí có tỉ khối lớn khi bị nung nóng phát ra quang phổ liên tục.

  + Mặt trời phát ra quang phổ liên tục.

- *Đặc điểm*

  + Không phụ thuộc vào thành phần cấu tạo của nguồn sáng, chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn sáng.

+ Nhiệt độ càng cao, miền phát sáng của vật càng mở rộng về phía ánh sáng có bước sóng ngắn của quang phổ liên tục.

- *Ứng dụng*

  Dựa vào quang phổ liên tục để xác định nhiệt độ các vật sáng do nung nóng. Ví dụ: nhiệt độ lò nung, hồ quang, mặt trời, các vì sao...

b) *Quang phổ vạch phát xạ*

- *Định nghĩa*

  Quang phổ vạch phát xạ là quang phổ gồm một hệ thống các vạch màu riêng rẽ nằm trên một nền tối.

- *Nguồn phát sinh*

  Các chất khí hay hơi ở áp suất thấp bị kích thích (bằng cách nung nóng hay phóng tia lửa điện...) phát ra quang phổ vạch phát xạ.

- *Đặc điểm*

  Quang phổ vạch phát xạ của các nguyên tố khác nhau thì rất khác nhau về: số lượng vạch phổ, vị trí vạch, màu sắc và độ sáng tỉ đối giữa các vạch.

  Như vậy: mỗi nguyên tố hóa học ở trạng thái khí hay hơi nóng sáng dưới áp suất thấp cho một quang phổ vạch riêng, đặc trưng cho nguyên tố đó.

- *Ứng dụng*

  Để nhận biết được sự có mặt của một nguyên tố trong các hỗn hợp hay trong hợp chất, xác định thành phần cấu tạo hay nhiệt độ của vật.

3. *Quang phổ hấp thụ*

- *Định nghĩa*

  Quang phổ vạch hấp thụ là một hệ thống các vạch tối nằm trên nền quang phổ liên tục.

- *Nguồn gốc phát sinh*

  Chiếu một chùm ánh sáng trắng qua một khối khí hay hơi được nung nóng ở nhiệt độ thấp, sẽ thu được quang phổ vạch hấp thụ.

- *Đặc điểm*

  Vị trí cách vạch tối nằm đúng vị trí các vạch màu trong quang phổ vạch phát xạ của chất khí hay hơi đó.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

?

26.1. Quang phổ vạch phát xạ là gì? Điều kiện để có quang phổ vạch phát xạ là gì? Đặc điểm của quang phổ vạch phát xạ là gì?

Trả lời

- *Định nghĩa*

  Quang phổ vạch phát xạ là quang phổ gồm một hệ thống các vạch màu riêng rẽ nằm trên một nền tối.

- *Điều kiện phát sinh*

  Các chất khí hay hơi ở áp suất thấp bị kích thích (bằng cách nung nóng hay phóng tia lửa điện...) phát ra quang phổ vạch phát xạ.

- *Đặc điểm*

  Quang phổ vạch phát xạ của các nguyên tố khác nhau thì rất khác nhau về: số lượng vạch phổ, vị trí vạch, màu sắc và độ sáng tỉ đối giữa các vạch.

  Như vậy: mỗi nguyên tố hóa học ở trạng thái khí hay hơi nóng sáng dưới áp suất thấp cho một quang phổ vạch riêng, đặc trưng cho nguyên tố đó.

26.2. Quang phổ liên tục là gì? Điều kiện để có quang phổ liên tục là gì? Đặc điểm của quang phổ liên tục là gì?

Trả lời

- *Định nghĩa*

  Quang phổ liên tục là quang phổ gồm một dải sáng có màu sắc biến đổi liên tục từ đỏ đến tím.

- *Điều kiện phát sinh*

  + Các vật rắn, lỏng, hoặc khí có tỉ khối lớn khi bị nung nóng phát ra quang phổ liên tục.

  + Mặt trời phát ra quang phổ liên tục.

- *Đặc điểm*

  + Không phụ thuộc vào thành phần cấu tạo của nguồn sáng, chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn sáng.

  + Nhiệt độ càng cao, miền phát sáng của vật càng mở rộng về phía ánh sáng có bước sóng ngắn của quang phổ liên tục.

26.3. Quang phổ hấp thụ là gì? Trình bày cách tạo ra quang phổ hấp thụ. Đặc điểm của quang phổ hấp thụ là gì?

Trả lời

- *Định nghĩa*

  Quang phổ vạch hấp thụ là một hệ thống các vạch tối nằm trên nền quang phổ liên tục.

- *Cách tạo*

  Chiếu một chùm ánh sáng trắng qua một khối khí hay hơi được nung nóng ở nhiệt độ thấp, sẽ thu được quang phổ vạch hấp thụ.

- *Đặc điểm*

  Vị trí các vạch tối nằm đúng vị trí các vạch màu trong quang phổ vạch phát xạ của chất khí hay hơi đó.

▼

26.4. Quang phổ vạch phát xạ do chất nào dưới đây bị nung nóng phát ra?

A. chất rắn. B. chất lỏng.
C. chất khí ở áp suất thấp. D. chất khí ở áp suất cao.

Hướng dẫn giải

Quang phổ vạch phát xạ được phát ra bởi các chất khí hay hơi ở áp suất thấp bị kích thích (bằng cách nung nóng hay phóng tia lửa điện...)

Đáp án: C

26.5. Chỉ ra câu **sai**

Quang phổ liên tục được phát ra bởi chất nào dưới đây khi bị nung nóng?

A. chất rắn. B. chất lỏng.
C. chất khí ở áp suất thấp. D. chất khí ở áp suất cao.

Hướng dẫn giải

Quang phổ liên tục được phát ra bởi chất rắn, chất lỏng, chất khí có áp suất cao ⇒ câu C sai.

Đáp án: C

26.6. Trong quang phổ vạch phát xạ của hiđrô, ta thấy vạch lam nằm bên phải vạch chàm. Vậy các vạch đỏ và vạch tím nằm thế nào?

Hướng dẫn giải

Trong quang phổ vạch phát xạ của hiđrô, ta thấy vạch lam nằm bên phải vạch chàm thì vạch đỏ nằm bên phải vạch lam và vạch tím nằm bên trái vạch chàm.

C. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

26.7. Chọn câu đúng

Máy quang phổ là dụng cụ quang học dùng để:

A. tạo quang phổ của các nguồn sáng.
B. phân tích một chùm sáng phức tạp thành các thành phần đơn sắc.
C. nghiên cứu quang phổ của các nguồn sáng.
D. tạo vạch quang phổ cho các bức xạ đơn sắc.

26.8. Công dụng của máy quang phổ là gì?

26.9. Nhiệm vụ của ống chuẩn trực là gì?

26.10. Nhiệm vụ của thấu kính buồng tối là gì?

26.11. Thực chất vạch quang phổ là gì?

26.12. Tính chất đáng chú ý nhất của quang phổ vạch của các nguyên tố là gì?

26.13. Chọn câu trả lời đúng

Nguyên tắc hoạt động của máy quang phổ dựa trên hiện tượng:

A. giao thoa.	B. khúc xạ.

C. phản xạ.	D. tán sắc.

26.14. Chọn câu trả lời đúng

Lần lượt chiếu vào máy quang phổ các chùm sáng sau, hãy cho biết trường hợp nào thu được quang phổ liên tục

A. Chùm ánh sáng đỏ	B. Chùm ánh sáng lục

C. Chùm ánh sáng trắng	D. Chùm ánh sáng tím.

26.15. Chọn câu trả lời sai

Quang phổ vạch phát xạ:

A. Là quang phổ gồm một hệ thống các vạch màu riêng rẽ nằm trên một nền tối.

B. Do các chất khí hay hơi bị kích thích bằng cách nung nóng hay phóng tia lửa điện ... phát ra.

C. Quang phổ vạch phát xạ của các nguyên tố khác nhau thì rất khác nhau về: số lượng vạch phổ, vị trí vạch, màu sắc và độ sáng tỉ đối giữa các vạch.

D. Ứng dụng để nhận biết được sự có mặt của một nguyên tố trong các hỗn hợp hay trong hợp chất, xác định thành phần cấu tạo hay nhiệt độ của vật.

26.16. Chọn câu trả lời đúng

Quang phổ mặt trời được máy quang phổ ghi được là:

A. Quang phổ liên tục.	B. Quang phổ vạch phát xạ.

C. Quang phổ vạch hấp thụ.	D. Một loại quang phổ khác.

26.17. Chọn câu trả lời đúng

Khi nhiệt độ tăng quang phổ liên tục của một vật phát ra mở rộng về vùng có:

A. tần số nhỏ.	B. bước sóng lớn.

C. năng lượng phôtôn cao.	D. Cả A, B, C đều đúng.

26.18. Chọn câu trả lời đúng

Phép phân tích quang phổ là phép phân tích thành phần cấu tạo của các chất dựa vào việc phân tích:

A. tính chất lượng tử của ánh sáng.	B. quang phổ.

C. tính chất hình học của ánh sáng.	D. quang năng.

D. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

26.7 ***B***

Máy quang phổ là dụng cụ quang học dùng để phân tích một chùm sáng phức tạp thành các thành phần đơn sắc.

26.8.

Máy quang phổ là dụng cụ dùng để phân tích chùm ánh sáng phức tạp những thành phần đơn sắc.

Nó dùng để nhận biết các thành phần cấu tạo của một chùm sáng phức tạp do một nguồn sáng phát ra.

26.9.

Nhiệm vụ của ống chuẩn trực là để tạo chùm ánh sáng song song.

26.10.

Nhiệm vụ của thấu kính buồng tối là để tạo ra các vạch quang phổ kính ảnh được đặt tại tiêu diện của thấu kính đó.

26.11.

Thực chất vạch quang phổ là ảnh thật của các chùm ánh sáng đơn sắc song song khi ra khỏi hệ tán sắc hội tụ trên kính ảnh được đặt tại tiêu diện của thấu kính đó.

26.12.

Tính chất đáng chú ý nhất của quang phổ vạch của các nguyên tố là đặc trưng riêng của từng nguyên tố. Với một nguyên tố xác định thì các vạch phổ do nó phát ra sẽ có những bước sóng xác định. Trong phổ phát xạ của một nguyên tố xác định có thể phát ra những vạch phổ nào, thì trong phổ hấp thụ, nó sẽ hấp thụ đúng những vạch phổ đó.

26.13. ***D***

Nguyên tắc hoạt động của máy quang phổ dựa trên hiện tượng tán sắc.

26.14. ***C***

Chùm sáng trắng chiếu vào máy quang phổ sẽ cho quang phổ liên tục.

26.15. ***B***

Quang phổ vạch phát xạ do các chất khí hay hơi *ở áp suất thấp* bị kích thích bằng cách nung nóng hay phóng tia lửa điện ... phát ra ⇒ Câu sai B.

26.16. ***C***

Quang phổ do mặt trời phát ra là quang phổ liên tục. Nhưng ánh sáng mặt trời khi truyền tới mặt đất phải qua lớp khí quyển và bị khí quyển hấp thụ một số vạch đơn sắc trong phổ mặt trời. Vì thế máy quang phổ đặt tại mặt đất thu được phổ hấp thụ.

26.17. ***C***

Khi nhiệt độ tăng quang phổ liên tục của một vật phát ra mở rộng về vùng có năng lượng phôtôn cao.

26.18. ***B***

Phép phân tích quang phổ là phép phân tích thành phần cấu tạo của các chất dựa vào việc phân tích quang phổ.

Bài 27 – TIA HỒNG NGOẠI VÀ TIA TỬ NGOẠI

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. *Tia hồng ngoại*

- *Định nghĩa*

  Tia hồng ngoại là những bức xạ không nhìn thấy được và nằm ngoài vùng màu đỏ của quang phổ, có bước sóng lớn hơn bước sóng của ánh sáng đỏ : $\lambda \geq 0,76\mu m$.

- *Bản chất*

  Tia hồng ngoại có bản chất là sóng điện từ.

- *Nguồn phát sinh*

  Do các vật có nhiệt độ cao hơn nhiệt độ của môi trường phát ra.

  - Ở nhiệt độ thấp: chỉ phát tia hồng ngoại ; Ở 500^0C bắt đầu phát ánh sáng đỏ tối.
  - 50% năng lượng ánh sáng mặt trời thuộc tia hồng ngoại
  - Nguồn phát hồng ngoại thường dùng là bóng đèn dây tóc bằng Vônfram nóng sáng, công suất từ 250W – 1000W.

- *Tính chất và tác dụng*

  - Tác dụng nổi bật nhất là tác dụng nhiệt.
  - Tác dụng lên kính ảnh hồng ngoại.
  - Bị hơi nước hấp thụ mạnh.

- *Ứng dụng*

  - Chủ yếu để sấy hay sưởi trong công nghiệp, nông nghiệp, y tế... làm các bộ phận điều khiển từ xa.
  - Chụp ảnh bằng kính ảnh hồng ngoại.

2. *Tia tử ngoại*

- ***Định nghĩa***

  Là các bức xạ không nhìn thấy được, nằm ngoài vùng màu tím của quang phổ, có bước sóng ngắn hơn bước sóng của ánh sáng tím: $\lambda \leq 0,4\mu m$.

- ***Bản chất***

  Tia tử ngoại có bản chất là sóng điện từ.

- *Nguồn phát sinh*

  Do các vật bị nung nóng ở nhiệt độ từ 2000^0C. Nhiệt độ càng cao phổ tử ngoại mở rộng về miền sóng ngắn.

  Nguồn phát tia tử ngoại như mặt trời, hồ quang điện, đèn hơi thủy ngân....

- *Tính chất và tác dụng*

  Tác dụng mạnh lên kính ảnh, làm phát quang một số chất, làm ion hóa không khí, gây một số phản ứng quang hóa, quang hợp, có tác dụng sinh học...
- *Ứng dụng*
  - Trong công nghiệp: dùng để phát hiện các vết nứt nhỏ, các vết trầy xước trên bề mặt sản phẩm.
  - Trong y học : dùng để trị bệnh còi xương, diệt khuẩn, tiệt trùng thực phẩm...

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Một số người gọi tia tử ngoại là "tia cực tím", gọi như vậy thì sai ở điểm nào?

Trả lời

Một số người gọi tia tử ngoại là "tia cực tím", gọi như vậy thì sai ở chỗ là coi tia tử ngoại là tia nằm trong vùng ánh sáng tím và là cận của tia màu tím, nghĩa là có thể hiểu tia tử ngoại vẫn nhìn thấy được.

C2. Tại sao người thợ hàn hồ quang phải cần "mặt nạ" che mặt mỗi khi cho phóng hồ quang?

Trả lời

Mỗi khi cho phóng hồ quang, trong hồ quang phát ra tia tử ngoại với cường độ rất lớn. Mà tia tử ngoại thì có tác dụng hủy diệt tế bào da và tế bào võng mạc ... Vì vậy người thợ hàn hồ quang phải cần "mặt nạ" che mặt, để tránh tác hại này.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

?

27.1. Căn cứ vào đâu mà ta khẳng định tia hồng ngoại và tia tử ngoại có cùng bản chất với ánh sáng thông thường.

Trả lời

Tia hồng ngoại và tia tử ngoại được thu cùng với các tia sáng thông thường và được phát hiện bằng cùng một dụng cụ ⇒ có thể khẳng định tia hồng ngoại và tia tử ngoại có cùng bản chất với ánh sáng thông thường.

27.2. Dựa vào thí nghiệm ở hình 27.1 SGK có thể kết luận gì về bước sóng của tia hồng ngoại và tia tử ngoại.

Trả lời

Dựa vào thí nghiệm ở hình 27.1 SGK có thể kết luận:

- bước sóng của tia hồng ngoại lớn hơn bước sóng của ánh sáng đỏ.
- bước sóng của tia tử ngoại nhỏ hơn bước sóng của ánh sáng tím.

27.3. Một cái phích tốt, chứa đầy nước sôi, có phải là một nguồn hồng ngoại không? Một cái ấm trà chứa đầy nước sôi thì sao?

Trả lời

- Một cái phích tốt, chứa đầy nước sôi, do phích cách nhiệt tốt nên ngoài vỏ bình nhiệt độ sẽ không cao hơn nhiệt độ của môi trường xung quanh ⇒ không phát tia hồng ngoại, nên không phải là một nguồn hồng ngoại.
- Một cái ấm trà chứa đầy nước sôi sẽ có truyền nhiệt ra vỏ ấm ⇒ nhiệt độ của vỏ cao hơn nhiệt độ môi trường xung quanh ⇒ phát tia hồng ngoại, nên là một nguồn hồng ngoại.

27.4. Dây tóc bóng đèn thường có nhiệt độ chừng 2200^{0}C. Tại sao ngồi trong buồng chiếu sáng bằng đèn dây tóc, ta hoàn toàn không bị nguy hiểm vì tác dụng của tia tử ngoại.

Trả lời

Tia tử ngoại bắt đầu được phát ra khi nhiệt độ của nguồn khoảng 2000^{0}C. Do đó, dây tóc bóng đèn có nhiệt độ chừng 2200^{0}C, tức là bắt đầu phát ra tia tử ngoại có bước sóng dài, gần bằng bước sóng của ánh sáng tím, nên khả năng hủy diệt tế bào yếu.

Mặt khác, công suất bức xạ tia tử ngoại của bóng đèn dây tóc rất thấp và khi phát ra thì bị vỏ bóng đèn bằng thủy tinh và môi trường không khí hấp thụ.

Vì vậy, ngồi trong buồng chiếu sáng bằng đèn dây tóc, ta hoàn toàn không bị nguy hiểm vì tác dụng của tia tử ngoại

27.5. Ánh sáng đèn hơi thủy ngân để chiếu sáng các đường phố có tác dụng diệt khuẩn không? tại sao?

Trả lời

Ánh sáng đèn hơi thủy ngân để chiếu sáng các đường phố phát ra không phải theo nguyên tắc phát sáng khi vật bị nung nóng, mà theo hiện tượng quang phát quang. Khi đặt vào hai đầu đèn một hiệu điện thế, sẽ xảy ra sự phóng điện trong đèn, kích thích hơi thủy ngân phát ra tia tử ngoại. Tia tử ngoại này kích thích lớp bột phát quang phủ trên thành trong của đèn phát ánh sáng trắng. Ngoài ra, lớp vỏ ngoài của đèn là thủy tinh, có khả năng hấp thụ tia tử ngoại phát ra ngoài. Vì vậy khi đèn hoạt động, ánh sáng phát ra ngoài đèn là ánh sáng trắng, không phải tia tử ngoại. Vì vậy, không có tác dụng diệt khuẩn.

▼

27.6. Chọn câu đúng

Tia hồng ngoại có

A. bước sóng lớn hơn so với ánh sáng khả kiến.
B. bước sóng nhỏ hơn so với ánh sáng khả kiến.
C. bước sóng nhỏ hơn so với tia tử ngoại.
D. tần số lớn hơn so với tia tử ngoại.

Hướng dẫn giải

Tia hồng ngoại có bước sóng lớn hơn so với ánh sáng khả kiến.

Đáp án: A

27.7. Chọn câu đúng

Tia tử ngoại

A. không có tác dụng nhiệt.

B. cũng có tác dụng nhiệt.

C. không làm đen kính ảnh.

D. làm đen phim ảnh, nhưng không làm đen mạnh bằng ánh sáng khả kiến.

Hướng dẫn giải

Tia tử ngoại khi chiếu vào một vật cũng làm cho các nguyên tử, phân tử của vật chất cấu tạo nên vật đó dao động, tức là tăng nhiệt độ của vật ⇒ cũng có tác dụng nhiệt, nhưng so với tia hồng ngoại thì tác dụng này yếu hơn

Đáp án: B

27.8. Giả sử ta làm thí nghiệm Y-âng với hai khe cách nhau một khoảng a = 2 mm và màn quan sát cách hai khe D = 1,2 m. Dịch chuyển một mối hàn của một cặp nhiệt điện trên màn D theo một đường vuông góc với hai khe, thì thấy cứ sau 0,5 mm thì kim điện kế lại lệch nhiều nhất. Tính bước sóng của bức xạ.

Hướng dẫn giải

Dịch chuyển một mối hàn của một cặp nhiệt điện trên màn D theo một đường vuông góc với hai khe vị trí kim điện kế bị lệch nhiều nhất là vị trí cường độ bức xạ đạt cực đại giao thoa. Vì vậy khoảng cách giữa hai cực đại giao thoa liên tiếp là: $i = \frac{\lambda D}{a} = 0{,}5$ mm

Bước sóng của bức xạ bằng: $\lambda = \frac{ai}{D} = 833$ nm

Đáp số: $\lambda = 833$ nm

27.9. Trong một thí nghiệm Y-âng, hai khe F_1, F_2 cách nhau khoảng a = 0,8 mm. Khe F được chiếu sáng bằng bức xạ tử ngoại bước sóng λ = 360 nm. Một tấm giấy ảnh đặt song song với hai khe, cách chúng 1,2 m. Hỏi sau khi tráng trên giấy hiện lên hình gì? Tính khoảng cách giữa hai vạch đen trên giấy.

Hướng dẫn giải

Sau khi tráng trên giấy ta thấy trên giấy ảnh có các vạch đen song song và cách đều nhau.

Khoảng cách giữa hai vạch đen trên giấy chính bằng khoảng vân giao thoa i trên màn. Do đó: $i = \frac{\lambda D}{a} = 0{,}54$ mm

Đáp số: i = 0,54 mm

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

27.10. Chọn câu sai

A. Tia hồng ngoại do các vật bị nung nóng phát ra.

B. Tia hồng ngoại làm phát quang một số chất, gây ra phản ứng quang hóa, quang hợp.

C. Tác dụng nổi bậc nhất của tia hồng ngoại là tác dụng nhiệt.

D. Bước sóng của tia hồng ngoại lớn hơn 0,75 μm.

27.11. Chọn phát biểu đúng

Ứng dụng của tia hồng ngoại:

A. có thể dùng để sấy khô hoặc sưởi ấm.

B. có thể dùng để trị bệnh còi xương.

C. có thể dùng để trị bệnh ung thư nông.

D. có thể dùng để kiểm tra các vết nứt trên bề mặt các sản phẩm đúc.

27.12. Chọn câu trả lời sai

Đặc điểm của tia tử ngoại:

A. bị hấp thụ mạnh bởi tầng ôzôn của khí quyển Trái Đất.

B. làm ion hoá không khí.

C. làm phát quang một số chất.

D. trong suốt đối với thuỷ tinh, nước.

27.13. Chọn câu phát biểu đúng

Sự giống nhau giữa tia hồng ngoại với tia tử ngoại:

A. Đều có bản chất là sóng điện từ.

B. Đều có lưỡng tính sóng – hạt được đặc trưng bởi bước sóng λ và hạt được đặc trưng bởi năng lượng phôtôn $\varepsilon = \dfrac{hc}{\lambda} = hf$.

C. Đều không quan sát được bằng mắt.

D. Cả A, B, C đều đúng.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

27.10. ***B***

Tia hồng ngoại **không** làm phát quang một số chất, và **không** gây ra phản ứng quang hóa, quang hợp.

⇒ câu sai B

27.11. ***A***

Ứng dụng của tia hồng ngoại: có thể dùng để sấy khô hoặc sưởi ấm.

27.12. ***D***

Đặc điểm của tia tử ngoại:

- bị hấp thụ mạnh bởi tầng ôzôn của khí quyển Trái Đất.
- làm ion hoá không khí.

- làm phát quang một số chất.
- bị thuỷ tinh, nước hấp thụ mạnh.

⇒ câu sai D.

27.13. *D*

Sự giống nhau và khác nhau giữa tia hồng ngoại với tia tử ngoại:

- Đều có bản chất là sóng điện từ.
- Đều có lưỡng tính sóng – hạt được đặc trưng bởi bước sóng λ và hạt được đặc trưng bởi năng lượng phôtôn $\varepsilon = \frac{hc}{\lambda} = hf$.
- Đều không quan sát được bằng mắt.

⇒ Cả A, B, C đều đúng.

Bài 28 – TIA X

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Cách tạo tia X

Để tạo tia X người ta dùng ống phát tia X gọi là ống Cu-lít-giơ

- *Cấu tạo của ống Cu-lít-giơ*

  Là một ống thủy tinh hút chân không, có gắn ba điện cực:

  + Dây vonfram nung nóng dùng làm nguồn phát êlectrôn.

  + Catốt K bằng kim loại hình chỏm cầu để làm cho các êlêctrôn phóng ra.

  + Anốt đồng thời bằng kim loại, có nguyên tử lượng lớn và khó nóng chảy như: Platin, Vônfram ... để chắn dòng tia catốt. Hiệu điện thế giữa anốt và catốt khoảng vài vạn vôn. Áp suất trong ống khoảng 10^{-3} mmHg.

- *Cơ chế hoạt động :*

  + Khi nối anốt và catốt vào hiệu điện thế U_{AK} khoảng vài vạn vôn, Các e^- bật khỏi catốt tạo thành dòng tia catốt.

  + các e^- trong tia catốt được tăng tốc trong điện trường mạnh nên thu được động năng rất lớn. Khi đến anốt, chúng gặp các nguyên tử của anốt, xuyên sâu vào những lớp bên trong của vỏ nguyên tử và tương tác với hạt nhân nguyên tử và các e^- ở các lớp này. Trong sự tương tác này phát ra sóng điện từ có bước sóng rất ngắn gọi là bức xạ hãm. Đó chính là tia Rơnghen.

2. *Bản chất và tính chất của tia X*

- *Bản chất*

  Bản chất của tia Rơnghen là sóng điện từ có bước sóng rất ngắn (từ 10^{-11}m đến 10^{-8}m).

- *Tính chất*

  + Có khả năng đâm xuyên mạnh. Xuyên qua các vật thông thường dễ dàng, qua kim loại khó hơn. Kim loại có khối lượng riêng càng lớn thì khả năng cản tia Rơnghen càng tốt (bị lá chì dày cỡ vài mm cản lại).

  + Có tác dụng mạnh lên kính ảnh.

  + Làm phát quang một số chất.

  + Có khả năng ion hóa chất khí.

  + Có tác dụng sinh lí, hủy diệt tế bào, diệt vi khuẩn...

- *Công dụng*

  + Trong y học : dùng để chiếu điện, chụp điện, chữa bệnh ung thư nông...

  + Trong công nghiệp: dùng để xác định các khuyết tật trong các sản phẩm đúc.

  + Dùng trong màn huỳnh quang, máy đo liều lượng tia Rơnghen...

3. *Công thức ống phát tia X*

$$eU_{AK} = \frac{1}{2}mv^2 = h\,f_{max} = \frac{hc}{\lambda_{min}}$$

Với: U_{AK} = hiệu điện thế giữa hai đầu anốt và catốt của ống Rơnghen.

f_{max} = tần số lớn nhất của tia Rơnghen mà ống có thể phát ra.

λ_{min} = bước sóng nhỏ nhất của tia Rơnghen mà ống có thể phát ra.

$E_đ = \frac{1}{2}mv^2$ = động năng của e^- khi tới được anốt.

- Khi các e^- đập vào anốt (AK) sẽ làm nóng AK. Nhiệt lượng cung cấp làm tăng nhiệt độ của AK lên Δt^0C là:

$$Q = m\,c\,\Delta t^0$$

m = khối lượng của anốt

c = nhiệt dung riêng của chất làm anốt.

- Nếu toàn bộ năng lượng e^- đập vào đều làm nóng anốt thì:

$$Q = n_e\,E_đ\,\tau.$$

n_e = số e^- đập vào anốt trong 1s.

τ = thời gian e^- đập vào anốt.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

?

28.1. Tia X là gì?

Trả lời

Tia X là sóng điện từ có bước sóng rất ngắn (từ 10^{-11}m đến 10^{-8}m).

- *Tính chất*
  - + Có khả năng đâm xuyên mạnh. Xuyên qua các vật thông thường dễ dàng, qua kim loại khó hơn. Kim loại có khối lượng riêng càng lớn thì khả năng cản tia Rơnghen càng tốt (bị lá chì dày cỡ vài mm cản lại).
  - + Có tác dụng mạnh lên kính ảnh.
  - + Làm phát quang một số chất.
  - + Có khả năng ion hóa chất khí.
  - + Có tác dụng sinh lí, hủy diệt tế bào, diệt vi khuẩn...
- *Công dụng*
  - + Trong y học : dùng để chiếu điện, chụp điện, chữa bệnh ung thư nông...
  - + Trong công nghiệp: dùng để xác định các khuyết tật trong các sản phẩm đúc.
  - + Dùng trong màn huỳnh quang, máy đo liều lượng tia Rơnghen...

28.2. Trình bày cấu tạo và hoạt động của ống Cu-lít-giơ.

Trả lời

- *Cấu tạo của ống Cu-lít-giơ*

  Là một ống thủy tinh hút chân không, có gắn ba điện cực:

  + Dây vonfram nung nóng dùng làm nguồn phát êlectrôn.

  + Catốt K bằng kim loại hình chỏm cầu để làm cho các êlectrôn phóng ra.

  + Anốt đồng thời bằng kim loại, có nguyên tử lượng lớn và khó nóng chảy như: Platin, Vônfram ... để chắn dòng tia catốt. Hiệu điện thế giữa anốt và catốt khoảng vài vạn vôn. Áp suất trong ống khoảng 10^{-3} mmHg.
- *Cơ chế hoạt động :*

  + Khi nối anốt và catốt vào hiệu điện thế U_{AK} khoảng vài vạn vôn, Các e^- bật khỏi catốt tạo thành dòng tia catốt.

  + các e^- trong tia catốt được tăng tốc trong điện trường mạnh nên thu được động năng rất lớn. Khi đến anốt, chúng gặp các nguyên tử của anốt, xuyên sâu vào những lớp bên trong của vỏ nguyên tử và tương tác với hạt nhân nguyên tử và các e^- ở các lớp này. Trong sự tương tác này phát ra sóng điện từ có bước sóng rất ngắn gọi là bức xạ hãm. Đó chính là tia X.

28.3. Nêu các tính chất và tác dụng của tia X.

Trả lời

- *Tính chất*

  + Có khả năng đâm xuyên mạnh. Xuyên qua các vật thông thường dễ dàng, qua kim loại khó hơn. Kim loại có khối lượng riêng càng lớn thì khả năng cản tia Rơnghen càng tốt (bị lá chì dày cỡ vài mm cản lại).

+ Có tác dụng mạnh lên kính ảnh.

+ Làm phát quang một số chất.

+ Có khả năng ion hóa chất khí.

+ Có tác dụng sinh lí, hủy diệt tế bào, diệt vi khuẩn...

- *Tác dụng*

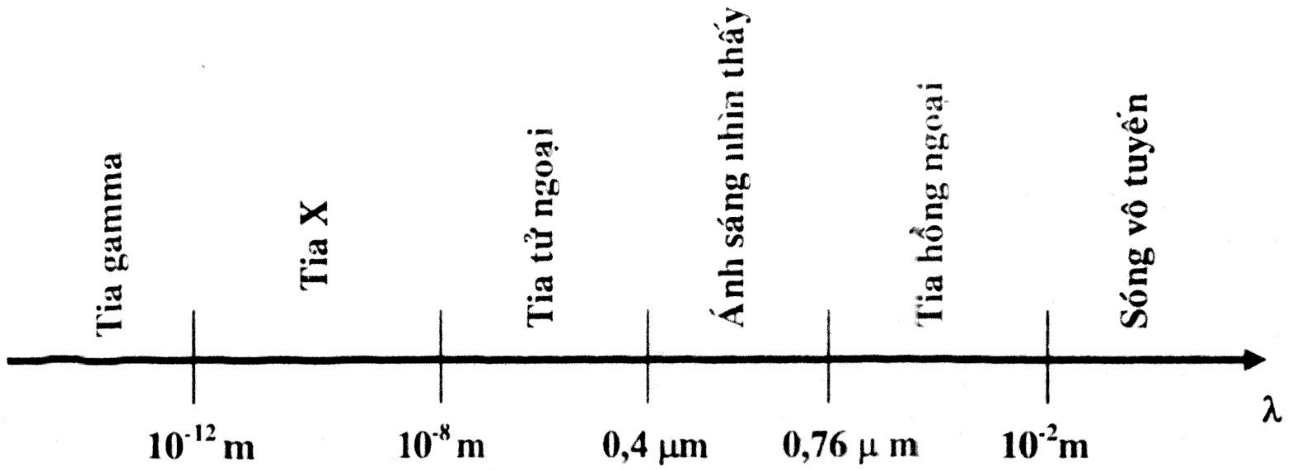
+ Trong y học : dùng để chiếu điện, chụp điện, chữa bệnh ung thư nông...

+ Trong công nghiệp: dùng để xác định các khuyết tật trong các sản phẩm đúc.

+ Dùng trong màn huỳnh quang, máy đo liều lượng tia Rơnghen...

28.4. Nêu tên các sóng hoặc tia trong thang sóng điện từ theo thứ tự từ bước sóng ngắn đến bước sóng dài.

Trả lời



28.5. Chọn câu đúng

Tia X có bước sóng

A. lớn hơn tia hồng ngoại.
B. lớn hơn tia tử ngoại.
C. nhỏ hơn tia tử ngoại.
D. không thể đo được.

Hướng dẫn giải

Tia X có bước sóng nhỏ hơn tia tử ngoại.

Đáp án: C

28.6. Hiệu điện thế giữa anốt và catốt của một ống Cu-lít-giơ là 10 kV. Tính tốc độ và động năng cực đại của êlectrôn khi đập vào anốt. Cho biết khối lượng và điện tích của êlectrôn $m_e = 9,1.10^{-31}$ kg; $e = -1,6.10^{-19}$ C.

Hướng dẫn giải

Công của lực điện trường A = eU

Gọi v_0 là vận tốc của êlectrôn ở catốt, v là vận tốc của êlectrôn ở đối catốt. Theo định lí động năng. Ta có:

$$W_{dA} - W_{dK} = \frac{m_e v^2}{2} - \frac{m_e v_0^2}{2} = |e|U$$

Động năng của êlectrôn khi đập vào anốt là cực đại khi $W_{dK} = 0$. Ta có:

$$W_{dAmax} = \frac{m_e v^2_{max}}{2} = |e|U = 1,6.10^{-19}.10.10^3 = 1,6.10^{-15}\text{ J}$$

Vận tốc cực đại của êlectrôn khi đập vào anốt là:

$$v_{max} = \sqrt{\frac{2W_{dA\,max}}{m_e}} = 5,9.10^7\text{ m/s}$$

Đáp số: $W_{dAmax} = 1,6.10^{-15}$ ***J;*** $v_{max} = 5,9.10^7$ ***m/s***

28.7. Một ống Cu-lít-giơ có công suất trung bình 400 W, hiệu điện thế giữa anốt và catốt có giá trị hiệu dụng 10 kV. Hãy tính:

a) Cường độ dòng điện trung bình và số êlectrôn trung bình qua ống trong mỗi giây.

b) Nhiệt lượng tỏa ra trên đối catốt trong mỗi phút.

Hướng dẫn giải

P = 400 W; U = 10 kV

a) Cường độ dòng điện trung bình qua ống trong mỗi giây là:

$$I = \frac{P}{U} = 0,04\text{ A}$$

Số êlectrôn trung bình qua ống trong mỗi giây là:

$$n_e = \frac{I}{e} = \frac{0,04}{1,6.10^{-19}} = 2,5.10^{17}\text{ hạt/s}$$

b) Nhiệt lượng tỏa ra trên đối catốt trong mỗi phút là:

$$Q = Pt = 400 \,.\, 60 = 24\text{ kJ}$$

Đáp số: a) $I = 0,04$ ***A;*** $n_e = 2,5.10^{17}$ ***hạt/s,; Q = 24 kJ***

C. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

28.8. Về nguyên tắc để tạo tia X ta cần làm gì?

28.9. Chọn phát biểu **sai**

Tia Rơnghen:

A. có bản chất là sóng điện từ.

B. có bước sóng lớn hơn bước sóng của tia tử ngoại.

C. không bị lệch phương trong điện trường và từ trường

D. có năng lượng lớn hơn năng lượng của tia hồng ngoại.

28.10. Chọn câu trả lời đúng

Hồ quang điện không phát được bức xạ nào sau đây?

A. Tia X　　B. Bức xạ nhìn thấy

C. Tia hồng ngoại　　D. Tia tử ngoại.

28.11. Tính chất quan trọng nhất của tia X là gì? Tại sao nó lại được coi là quan trọng nhất?

28.12. Tia X cứng và tia X mềm khác nhau như thế nào?

28.13. Chọn câu phát biểu đúng

Tác dụng của tia Rơnghen:

A. có tác dụng nhiệt mạnh, có thể dùng để sấy khô hoặc sưởi ấm.

B. có khả năng đâm xuyên rất mạnh, bước sóng càng lớn thì khả năng đâm xuyên càng lớn.

C. có khả năng đâm xuyên rất mạnh, tần số càng lớn thì khả năng đâm xuyên càng lớn.

D. dễ dàng đi qua được lớp chì dày vài cm.

28.14. Chọn câu trả lời đúng

Một bức xạ điện từ có tần số $f = 7{,}5.10^{17}$ Hz. Bức xạ này thuộc:

A. vùng hồng ngoại. B. vùng thấy được.

C. vùng tử ngoại. D. tia Rơnghen.

28.15. Chọn câu trả lời sai

Đặc điểm của các sóng trong thang sóng điện từ:

A. Đều là sóng ngang.

B. Đều không mang điện tích, không bị lệch hướng trong điện trường và từ trường.

C. Đều có lưỡng tính sóng - hạt. Tính chất sóng được đặc trưng bởi bước sóng λ và tính chất hạt được đặc trưng bởi năng lượng phôtôn $\varepsilon = \dfrac{hc}{\lambda} = hf$ và khối lượng m.

D. Đều truyền được trong chân không hay không khí với cùng vận tốc.

28.16. Chọn câu trả lời sai

Trong một ống Rơnghen người ta tạo ra một hiệu điện thế không đổi U bằng 20 kV giữa hai cực. Động năng êlectrôn đến đối catốt (bỏ qua động năng ban đầu của êlectrôn khi bứt ra khỏi catốt) là:

A. 2.10^4 eV B. 0,02 MeV

C. $3{,}2.10^{-18}$ J D. $3{,}2.10^{-15}$ J

28.17. Chứng minh rằng nếu bỏ qua động năng ban đầu của êlectrôn trong ống Rơnghen thì bước sóng của chùm tia X phát ra thỏa mãn điều kiện:

$$\lambda \geq \frac{hc}{eU}$$

với U là hiệu thế giữa anốt và catốt. Tính bước sóng cực tiểu λ_{min} của tia X với U = 1500 V.

D. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

28.8

Về nguyên tắc để tạo tia X ta cần tạo ra một chùm êlectrôn có năng lượng lớn đập vào các vật có nguyên tử lượng lớn.

28.9. ***B***

Tia Rơnghen:

- có bản chất là sóng điện từ.
- có bước sóng *nhỏ hơn* bước sóng của tia tử ngoại.
- không bị lệch phương trong điện trường và từ trường
- có năng lượng lớn hơn năng lượng của tia hồng ngoại.

⇒ câu sai B

28.10. ***A***

Hồ quang điện không phát được tia X.

28.11.

Tính chất quan trọng nhất của tia X là khả năng đâm xuyên. Nó được coi là quan trọng nhất vì chính tính chất này mà tia X có nhiều ứng dụng trong nhiều lĩnh vực:

+ Trong y học: dùng để chiếu điện, chụp điện, chữa bệnh ung thư nông...

+ Trong công nghiệp: dùng để xác định các khuyết tật trong các sản phẩm đúc.

+ Dùng trong màn huỳnh quang , máy đo liều lượng tia Rơnghen...

28.12.

Tia X cứng và tia X mềm khác nhau về tần số f (hay bước sóng λ). Tia X càng cứng thì f càng lớn (hay bước sóng λ càng nhỏ).

Do đó tia X cứng có khả năng đâm xuyên lớn hơn tia X mềm.

28.13. ***C***

Tác dụng của tia Rơnghen có khả năng đâm xuyên rất mạnh, tần số càng lớn thì khả năng đâm xuyên càng lớn.

28.14. ***D***

Bước sóng của bức xạ điện từ đó trong chân không là:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3.10^8}{7,5.10^{17}} = 4.10^{-10}\text{ m} \Rightarrow \text{tia Rơnghen.}$$

28.15. ***C***

Sóng điện từ đều có lưỡng tính sóng - hạt. Tính chất sóng được đặc trưng bởi bước sóng λ và tính chất hạt được đặc trưng bởi năng lượng phôtôn $\varepsilon = \frac{hc}{\lambda} = hf$ và *không có* khối lượng m.

28.16. ***C***

Động năng êlectrôn đến đối catốt (bỏ qua động năng ban đầu của êlectrôn khi bứt ra khỏi catốt) là:

$$E_đ = \frac{mv^2}{2} = eU = 3,2.10^{-15}\text{ J} = 2.10^4\text{ eV} = 0,02\text{ MeV}$$

⇒ câu sai C

28.17. Công của lực điện trường A = eU

Gọi v_0 là vận tốc của êlectrôn ở catốt, v là vận tốc của êlectrôn ở đối catốt.

Theo định lí động năng. Ta có: $\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = eU$

Thông thường $v_0 << v$ và ta có thể bỏ qua v_0 so với v. Ta có: $\frac{mv^2}{2} = eU$

Khi kích thích cho đối catốt phát ra tia X, êlectrôn nhường toàn bộ động năng của nó cho nguyên tử kim loại, và động năng ấy lại được chuyển thành năng lượng hf của phôtôn tia X.

Nếu nguyên tử vonfram ở ngay trên mặt đối catốt thì: $hf = \frac{mv^2}{2} = eU$

Nếu nguyên tử vonfram ở sâu trong đối catốt thì, êlectron khi gặp được nó, đã mất một phần động năng do va chạm với các nguyên tử và ion trong vonfram, và $hf < eU$: $hf = \frac{mv^2}{2} = eU$

Do đó: $hf \leq eU$ và $\lambda = \frac{hc}{f} \geq \frac{hc}{eU}$

λ là bước sóng tia X do anốt phát ra.

Bước sóng cực tiểu λ_{min} của tia X với U = 1500 V:

$$\lambda_{min} = \frac{hc}{eU} = 8,28.10^{-10} \text{ m}$$

Đáp số: $\lambda = \frac{hc}{f} \geq \frac{hc}{eU}$; $\lambda_{min} = 8,28.10^{-10}$ m

CHƯƠNG VI – LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

Bài 30 – HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN THUYẾT LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Định nghĩa hiện tượng quang điện

Là hiện tượng khi chiếu ánh sáng thích hợp vào mặt kim loại thì các êlectrôn ở mặt kim loại bị bật ra khỏi bề mặt kim loại.

2. Định luật về giới hạn quang điện

Đối với mỗi kim loại ánh sáng kích thích phải có bước sóng λ ngắn hơn hay bằng giới hạn quang điện λ_0 của kim loại đó, mới gây được hiện tượng quang điện.

3. Giả thuyết Plăng

Lượng năng lượng mà mỗi nguyên tử hay phân tử nhận vào hay tỏa ra trong mỗi lần hấp thụ hay phát xạ ánh sáng có giá trị hoàn toàn xác định, không thể chia nhỏ được và bằng hf; trong đó f là tần số của ánh sáng bị hấp thụ hay phát ra; còn h là một hằng số.

4. Lượng tử năng lượng

Lượng tử năng lượng được kí hiệu: $\varepsilon = hf$

$h = 6{,}625.10^{-34}$ J.s = hằng số Plăng.

5. Thuyết lượng tử ánh sáng

- Ánh sáng được tạo thành bởi các hạt gọi là phôtôn.
- Với mỗi ánh sáng đơn sắc có tần số f, các phôtôn đều giống nhau, mỗi phôtôn mang năng lượng bằng hf.
- Phôtôn bay với vận tốc $c = 3.10^8$ m/s dọc theo các tia sáng.
- Mỗi lần một nguyên tử hay phân tử hấp thụ hay phát xạ ánh sáng thì chúng hấp thụ hay phát ra một phôtôn.

6. Giải thích về giới hạn quang điện

- Êlectrôn trong nguyên tử kim loại bị hạt nhân giữ lại bởi lực hút tĩnh điện, giữa chúng có năng lượng liên kết, để bứt êlectrôn ra khỏi nguyên tử ta phải cung cấp cho nó năng lượng bằng hoặc lớn hơn năng lượng liên kết đó. Năng lượng cung cấp bằng với năng lượng liên kết được gọi là công thoát A của êlectrôn. Mỗi kim loại có một công thoát riêng.

- Theo Anhxtanh, trong hiện tượng quang điện một êlectrôn trong kim loại hấp thụ trọn vẹn một phôtôn, mà mỗi phôtôn có năng lượng $\varepsilon = hf$.
- Như vậy muốn có hiện tượng quang điện thì năng lượng của phôtôn kích thích ε phải lớn hơn công thoát A của êlectrôn.

$$\varepsilon = hf = h\frac{c}{\lambda} \geq A \Rightarrow \frac{hc}{A} \geq \lambda$$

- Đặt $\frac{hc}{A} = \lambda_0$; λ_0 được gọi là giới hạn quang điện của kim loại làm catốt.

  Vậy để có hiện tượng quang điện thì ta phải có: $\lambda \leq \lambda_0$.

7. Lưỡng tính Sóng – Hạt của ánh sáng

- Ánh sáng vừa có tính chất sóng, vừa có tính chất hạt. Tính chất sóng thể hiện rõ rệt qua bước sóng λ và tính chất hạt thể hiện rõ rệt qua năng lượng phôtôn ε.
- Bước sóng λ càng lớn, tính chất sóng càng rõ và ngược lại năng lượng phôtôn ε càng lớn, tính chất hạt càng nổi trội.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Nếu làm thí nghiệm trên hình 30.1SGK bằng tấm kẽm tích điện dương thì góc lệch của kim tĩnh điện kế sẽ không bị thay đổi khi chiếu vào tấm kẽm bằng ánh sáng hồ quang. Tại sao?

Trả lời

Nếu làm thí nghiệm trên hình 30.1SGK bằng tấm kẽm tích điện dương thì góc lệch của kim tĩnh điện kế sẽ không bị thay đổi khi chiếu vào tấm kẽm bằng ánh sáng hồ quang. Vì ánh sáng hồ quang chỉ có thể bứt được các êlectrôn ra khỏi tấm kẽm tích điện âm, chứ không bứt được các ion dương ra khỏi tấm kẽm tích điện dương.

C2. Nêu sự khác biệt giữa giả thuyết Plăng với quan niệm thông thường về sự phát xạ và hấp thụ năng lượng.

Trả lời

Giả thuyết Plăng	*Quan niệm thông thường*
Lượng năng lượng mà mỗi nguyên tử hay phân tử nhận vào hay tỏa ra trong mỗi lần hấp thụ hay phát xạ ánh sáng có giá trị hoàn toàn xác định, không thể chia nhỏ được và bằng hf; trong đó f là tần số của ánh sáng bị hấp thụ hay phát ra; còn h là một hằng số.	Lượng năng lượng mà mỗi nguyên tử hay phân tử nhận vào hay tỏa ra trong mỗi lần hấp thụ hay phát xạ ánh sáng là liên tục và phụ thuộc vào cường độ ánh sáng.

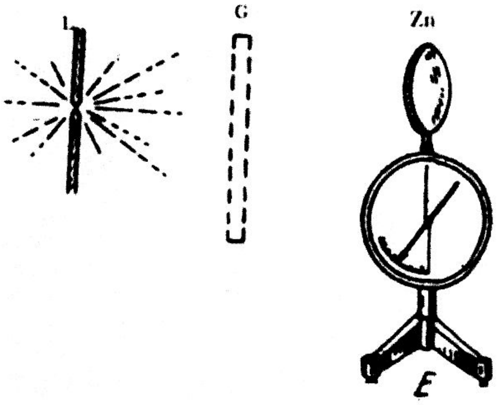
C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

?

30.1. Trình bày thí nghiệm Héc về hiện tượng quang điện.

Trả lời

Héc cho ánh sáng phát ra từ hồ quang điện L chiếu vào lá kẽm (hoặc đồng, nhôm) tích điện âm Zn gắn trên một điện nghiệm như hình 30.1, thì thấy hai lá của điện nghiệm cụp lại. Vậy lá kẽm bị mất điện âm.



Hình 30.1

- Chắn chùm tia tử ngoại bằng tấm thủy tinh không màu thì hiện tượng trên không xảy ra. (vì các tia tử ngoại bị hấp thụ mạnh bởi thủy tinh).
- Nếu tấm kẽm tích điện dương thì hiện tượng trên không xảy ra.

30.2. Hiện tượng quang điện là gì?

Trả lời

Là hiện tượng khi chiếu ánh sáng thích hợp vào mặt kim loại thì các êlectrôn ở mặt kim loại bị bật ra khỏi bề mặt kim loại.

30.3. Phát biểu định luật về giới hạn quang điện.

Trả lời

Đối với mỗi kim loại ánh sáng kích thích phải có bước sóng λ ngắn hơn hay bằng giới hạn quang điện λ_0 của kim loại đó, mới gây được hiện tượng quang điện.

30.4. Phát biểu nội dung của giả thuyết Plăng.

Trả lời

Lượng năng lượng mà mỗi nguyên tử hay phân tử nhận vào hay tỏa ra trong mỗi lần hấp thụ hay phát xạ ánh sáng có giá trị hoàn toàn xác định, không thể chia nhỏ được và bằng hf; trong đó f là tần số của ánh sáng bị hấp thụ hay phát ra; còn h là một hằng số.

30.5. Lượng tử năng lượng là gì?

Trả lời

Lượng tử năng lượng là lượng năng lượng mà mỗi nguyên tử hay phân tử nhận vào hay tỏa ra trong mỗi lần hấp thụ hay phát xạ ánh sáng có giá trị hoàn toàn xác định, không thể chia nhỏ được và bằng $\varepsilon = hf$.

30.6. Phát biểu nội dung của thuyết lượng tử ánh sáng.

Trả lời

- Ánh sáng được tạo thành bởi các hạt gọi là phôtôn.

- Với mỗi ánh sáng đơn sắc có tần số f, các phôtôn đều giống nhau, mỗi phôtôn mang năng lượng bằng hf.
- Phôtôn bay với vận tốc $c = 3.10^8$ m/s dọc theo các tia sáng.
- Mỗi lần một nguyên tử hay phân tử hấp thụ hay phát xạ ánh sáng thì chúng hấp thụ hay phát ra một phôtôn.

30.7. Phôtôn là gì?

Trả lời

Phôtôn là lượng tử năng lượng của một chùm ánh sáng.

30.8. Giải thích định luật về giới hạn quang điện bằng thuyết phôtôn.

Trả lời

- Êlectrôn trong nguyên tử kim loại bị hạt nhân giữ lại bởi lực hút tĩnh điện, giữa chúng có năng lượng liên kết, để bứt êlectrôn ra khỏi nguyên tử ta phải cung cấp cho nó năng lượng bằng hoặc lớn hơn năng lượng liên kết đó. Năng lượng cung cấp bằng với năng lượng liên kết được gọi là công thoát A của êlectrôn. Mỗi kim loại có một công thoát riêng.
- Theo Anhxtanh, trong hiện tượng quang điện một êlectrôn trong kim loại hấp thụ trọn vẹn một phôtôn, mà mỗi phôtôn có năng lượng $\varepsilon = hf$.
- Như vậy muốn có hiện tượng quang điện thì năng lượng của phôtôn kích thích ε phải lớn hơn công thoát A của êlectrôn.

$$\varepsilon = hf = h\frac{c}{\lambda} \geq A \Rightarrow \frac{hc}{A} \geq \lambda$$

- Đặt $\frac{hc}{A} = \lambda_0$; λ_0 được gọi là giới hạn quang điện của kim loại làm catốt. *Vậy để có hiện tượng quang điện thì ta phải có: $\lambda \leq \lambda_0$.*

▽

30.9. Chọn câu trả lời đúng

Hiện tượng nào dưới đây là hiện tượng quang điện?

A. Êlectron bứt ra khỏi kim loại bị nung nóng.

B. Êlectron bật ra khỏi kim loại khi có ion đập vào.

C. Êlectron bật ra khỏi một nguyên tử khi va chạm với một nguyên tử khác.

D. Êlectron bị bật ra khỏi kim loại khi bị chiếu sáng.

Hướng dẫn giải

Hiện tượng quang điện là hiện tượng êlectron bị bật ra khỏi kim loại khi bị chiếu sáng.

Đáp án: D

Dựa vào bảng 30.1SGK để trả lời câu 30.10 và 30.11.

30.10. Chiếu một ánh sáng đơn sắc vào một tấm đồng. Cho giới hạn quang điện của đồng là 0,3 μm. Hiện tượng quang điện sẽ không xảy ra nếu ánh sáng có bước sóng

A. 0,1 μm B. 0,2 μm C. 0,3 μm D. 0,4 μm

Hướng dẫn giải

Hiện tượng quang điện sẽ không xảy ra nếu ánh sáng có bước sóng:

$$\lambda > \lambda_0 = 0{,}3\ \mu m \Rightarrow \lambda = 0{,}4\ \mu m$$

Đáp án: D

30.11. Ánh sáng có bước sóng 0,75 μm có thể gây ra hiện tượng quang điện ở chất nào dưới đây?

A. Canxi B. Natri C. Kali D. Xêdi

Hướng dẫn giải

Hiện tượng quang điện sẽ xảy ra nếu ánh sáng có bước sóng:

$$\lambda = 0{,}75\ \mu m \leq \lambda_0$$

⇒ Ánh sáng có bước sóng 0,75 μm có thể gây ra hiện tượng quang điện ở chất canxi.

Đáp án: A

30.12. Tính lượng tử năng lượng của ánh sáng đỏ (0,75 μm) và ánh sáng vàng(0,55μm).

Hướng dẫn giải

- Lượng tử năng lượng của ánh sáng đỏ (0,75 μm):

$$\varepsilon_d = \frac{hc}{\lambda_d} = \frac{6{,}625.10^{-34}.3.10^8}{0{,}75.10^{-6}} = 2{,}65.10^{-19}\ J$$

- Lượng tử năng lượng của ánh sáng vàng(0,55μm).

$$\varepsilon_V = \frac{hc}{\lambda_V} = \frac{6{,}625.10^{-34}.3.10^8}{0{,}55.10^{-6}} = 3{,}61.10^{-19}\ J$$

Đáp số: $\varepsilon_d = 2{,}65.10^{-19}$ J; $\varepsilon_V = 3{,}61.10^{-19}$ J

30.13. Giới hạn quang điện của kẽm là 0,35 μm. Tính công thoát của êlectrôn khỏi kẽm theo đơn vị jun và eV. Cho 1eV = $1{,}6.10^{-19}$ C.

Hướng dẫn giải

Công thoát của êlectrôn khỏi kẽm là:

$$A_{Zn} = \frac{hc}{\lambda_{Zn}} = \frac{6{,}625.10^{-34}.3.10^8}{0{,}35.10^{-6}} = 5{,}68.10^{-19}\ J = 3{,}55\ eV$$

Đáp án: $A_{Zn} = 5{,}68.10^{-19}\ J = 3{,}55\,eV$

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

30.14. Chọn câu trả lời đúng

Trường hợp nào sau đây là hiện tượng quang điện?

A. Êlectron bứt ra khỏi kim loại bị nung nóng.

B. Êlectron bật ra khỏi kim loại khi có chùm êlectrôn vận tốc lớn đập vào.

C. Êlectron bật ra khỏi mặt kim loại khi chiếu tia tử ngoại vào kim loại.

D. Êlectron bị bật ra khỏi kim loại khi kim loại đặt trong điện trường mạnh.

30.15. Chọn câu trả lời đúng

Hiện tượng quang điện là hiện tượng khi chiếu ánh sáng có bước sóng thích hợp vào kim loại, thì sẽ làm bật ra:

A. các ion dương nếu kim loại đang tích điện dương.

B. các ion âm nếu kim loại đang tích điện âm.

C. các êlectrôn dù kim loại đang không tích điện.

D. các phôtôn.

30.16. Chọn câu trả lời đúng

Dùng ánh sáng đơn sắc đỏ chiếu vào catốt của tế bào quang điện, hiện tượng quang điện xảy ra. Khi chiếu vào catốt ánh sáng đơn sắc màu vàng thì:

A. hiện tượng quang điện không thể xảy ra.

B. hiện tượng quang điện chắc chắn xảy ra.

C. phụ thuộc vào kim loại làm catốt.

D. không có cơ sở để kết luận hiện tượng quang điện có xảy ra hay không.

30.17. Chọn câu trả lời đúng

Cho $h = 6,625.10^{-34}$ J.s; $c = 3.10^{8}$ m/s, 1 eV = $1,6.10^{-19}$ J. Kim loại có công hoát êlectrôn là A = 2,62 eV. Khi chiếu vào kim loại này hai bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,6$ µm và $\lambda_2 = 0,4$ µm thì hiện tượng quang điện:

A. xảy ra với cả hai bức xạ.

B. không xảy ra với cả hai bức xạ.

C. xảy ra với bức xạ λ_1, không xảy ra với bức xạ λ_2.

D. xảy ra với bức xạ λ_2, không xảy ra với bức xạ λ_1.

30.18. Chọn câu trả lời đúng

Một bức xạ điện từ có tần số $f = 4.10^{18}$ Hz. Năng lượng của phôtôn ứng với bức xạ đó là:

A. $26,5.10^{-15}$ J

B. $16,5625.10^{3}$ eV

C. 16,5625 MeV

D. 165,625 eV

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

30.14. C

Hiện tượng quang điện là trường hợp êlectron bật ra khỏi mặt kim loại khi chiếu tia tử ngoại vào kim loại.

30.15. C

Hiện tượng quang điện là hiện tượng khi chiếu ánh sáng có bước sóng thích hợp vào kim loại, thì sẽ làm bật ra các êlectrôn dù kim loại đang không ích điện.

30.16. ***B***

Vì $\lambda_V < \lambda_đ$ nên hiện tượng quang điện xảy ra với ánh sáng đỏ thì chắc chắn xảy ra với ánh sáng vàng.

30.17. ***D***

$$A = \frac{hc}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{hc}{A} = \frac{6,625.10^{-34}3.10^{8}}{2,62.1,6.10^{-19}} = 4,74.10^{-7}\,\text{m}$$

λ_1 lớn hơn λ_0 và λ_2 nhỏ hơn λ_0, do đó chỉ có λ_2 gây ra hiện tượng quang điện.

30.18. ***B***

Năng lượng của phôtôn ứng với bức xạ đó là:

$$\varepsilon = hf = 6,625.10^{-34}\,.\,4.10^{18} = 2,65.10^{-15}\,\text{J} = 16,5625.10^{3}\,\text{eV}$$

Bài 31 – HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN TRONG

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Tính quang dẫn

Tính quang dẫn là tính chất của một số chất bán dẫn là chất cách điện khi không bị chiếu sáng và trở thành dẫn điện khi bị chiếu sáng.

2. Hiện tượng quang điện trong

Hiện tượng ánh sáng giải phóng các êlectrôn liên kết để cho chúng trở thành các êlectrôn dẫn đồng thời giải phóng các lỗ trống tự do gọi là hiện tượng quang dẫn.

3. Quang điện trở

Là một điện trở làm bằng chất quang dẫn. Cấu tạo gồm một sợi dây bằng chất quang dẫn gắn trên một đế cách điện.

Điện trở của quang điện trở có thể thay đổi từ MΩ khi chưa chiếu sáng xuống vài chục Ω khi được chiếu sáng.

4. Pin quang điện

a) Định nghĩa: là một nguồn điện trong đó quang năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng. Pin hoạt động dựa vào hiện tượng quang điện bên trong xảy ra trong chất bán dẫn.

b) Hiệu suất của pin: khoảng 10%.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. So sánh độ lớn của giới hạn quang dẫn với độ lớn của giới hạn quang điện và đưa ra nhận xét.

Trả lời

Công thoát của êlectrôn ra khỏi kim loại lớn hơn công thoát của êlectrôn ra khỏi liên kết trong chất bán dẫn. Vì vậy năng lượng của phôtôn để bứt êlectrôn ra khỏi kim loại lớn hơn năng lượng của phôtôn để bứt êlectrôn ra khỏi liên kết trong chất bán dẫn. Tức là:

$$A_{\text{quang dẫn}} < A_{\text{quang điện}} \Rightarrow \frac{hc}{\lambda_{\text{quang dẫn}}} < \frac{hc}{\lambda_{\text{quang điện}}}$$

$$\Rightarrow \lambda_{\text{quang dẫn}} > \lambda_{\text{quang điện}}$$

=> độ lớn của giới hạn quang dẫn lớn hơn độ lớn của giới hạn quang điện.

C2. So sánh độ lớn suất điện động của pin quang điện với suất điện động của pin hóa học.

Trả lời

Độ lớn suất điện động của pin quang điện trong khoảng 0,5 V đến 0,8 V; còn độ lớn của suất điện động của pin hóa học khoảng vài vôn.

=> độ lớn suất điện động của pin quang điện nhỏ hơn độ lớn suất điện động của pin hóa học.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

?

31.1. Chất quang dẫn là gì?

Trả lời

Chất quang dẫn là một số chất bán dẫn là chất cách điện khi không bị chiếu sáng và trở thành dẫn điện khi bị chiếu sáng.

31.2. Hiện tượng quang điện trong là gì? Giải thích tính quang dẫn của một chất.

Trả lời

Hiện tượng ánh sáng giải phóng các êlectrôn liên kết để cho chúng trở thành các êlectrôn dẫn đồng thời giải phóng các lỗ trống tự do gọi là hiện tượng quang dẫn.

Giải thích tính quang dẫn của một chất:

- Khi không bị chiếu sáng, các êlectrôn trong các chất nói trên đều ở trạng thái liên kết với nút mạng tinh thể, không có êlectron tự do ⇒ Chất cách điện.
- Khi bị chiếu sáng, mỗi phôtôn ánh sáng kích thích sẽ truyền toàn bô năng lượng của nó cho một êlectrôn liên kết. Nếu năng lượng mà êlectrôn nhận được đủ lớn thì êlectrôn có thể được giải phóng khỏi liên kết trở thành êlectrôn dẫn và tham gia vào quá trình dẫn điện. Đồng thời các electrôn này sẽ để lại một lỗ trống và cũng tham gia vào quá trình dẫn điện ⇒ Chất dẫn điện.

31.3. Trình bày cấu tạo và hoạt động của một pin quang điện.

Trả lời

SGK trang 164.

31.4. Hãy ghép nửa câu ở phần trên với nửa câu tương ứng ở phần dưới để thành một câu có nội dung đúng.

A. Pin hóa học...

B. Pin nhiệt điện...

C. Pin quang điện...

a) ... hoạt động dựa vào hiện tượng quang điện trong xảy ra bên cạnh một lớp chặn.

b) ... hoạt động dựa vào sự hình thành các hiệu điện thế điện hóa ở hai điện cực.

c) ... hoạt động dựa vào sự hình thành hiệu điện thế khi các êlectrôn tự do khuếch tán từ đầu nóng sang đầu lạnh của một dây kim loại.

Hướng dẫn giải

- Pin hóa học hoạt động dựa vào sự hình thành các hiệu điện thế điện hóa ở hai điện cực.
- Pin nhiệt điện hoạt động dựa vào sự hình thành hiệu điện thế khi các êlectrôn tự do khuếch tán từ đầu nóng sang đầu lạnh của một dây kim loại.
- Pin quang điện hoạt động dựa vào hiện tượng quang điện trong xảy ra bên cạnh một lớp chặn.

A → b; B → c; C → a.

31.5. Điện trở của một dây quang điện trở có đặc điểm nào dưới đây?

A. Có giá trị rất lớn.
B. Có giá trị rất nhỏ.
C. Có giá trị không đổi.
D. Có giá trị thay đổi được.

Hướng dẫn giải

Điện trở của một dây quang điện trở có đặc điểm là có giá trị thay đổi được.

Đáp án: D

31.6. Suất điện động của một pin quang điện có đặc điểm nào dưới đây?

A. Có giá trị rất lớn.
B. Có giá trị rất nhỏ.
C. Có giá trị không đổi, không phụ thuộc điều kiện bên ngoài.
D. Chỉ xuất hiện khi pin được chiếu sáng.

Hướng dẫn giải

Suất điện động của một pin quang điện có đặc điểm là chỉ xuất hiện khi pin được chiếu sáng.

Đáp án: D

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

31.7. Chọn câu trả lời đúng

Khi hiện tượng quang dẫn xảy ra, trong chất bán dẫn có hạt tham gia vào quá trình dẫn điện là:

A. Êlectron và hạt nhân.

B. Êlectron và lỗ trống mang điện dương.

C. Êlectron và các ion dương.

D. Êlectron và lỗ trống mang điện âm.

31.8. Chọn câu đúng

Theo định nghĩa, hiện tượng quang điện trong là:

A. sự giải phóng các êlectrôn liên kết để chúng trở thành êlectrôn dẫn nhờ tác dụng của một bức xạ điện từ.

B. hiện tượng quang điện xảy ra bên trong một khối kim loại.

C. hiện tượng quang điện xảy ra bên trong một chất bán dẫn.

D. nguyên nhân sinh ra hiện tượng quang dẫn.

31.9. Chọn câu trả lời đúng

Quang trở (LDR):

A. là điện trở có giá trị giảm mạnh khi bị chiếu sáng.

B. nguyên tắc hoạt động dựa vào hiện tượng quang dẫn.

C. có độ dẫn điện của lớp bán dẫn tăng theo cường độ chùm sáng.

D. A, B, C đều đúng.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

31.7. *B*

Khi hiện tượng quang dẫn xảy ra, trong chất bán dẫn có hạt tham gia vào quá trình dẫn điện là êlectron và lỗ trống mang điện dương.

31.8. *A*

Theo định nghĩa, hiện tượng quang điện trong là sự giải phóng các êlectrôn liên kết để chúng trở thành êlectrôn dẫn nhờ tác dụng của một bức xạ điện từ.

31.9. *D*

Quang trở (LDR):

- là điện trở có giá trị giảm mạnh khi bị chiếu sáng.
- nguyên tắc hoạt động dựa vào hiện tượng quang dẫn.
- có độ dẫn điện của lớp bán dẫn tăng theo cường độ chùm sáng.

⇒ A, B, C đều đúng.

Bài 32 – HIỆN TƯỢNG QUANG – PHÁT QUANG

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. *Hiện tượng quang – phát quang*

a) Định nghĩa

Sự phát quang là hiện tượng phát ánh sáng lạnh của một số vật khi có ánh sáng thích hợp chiếu vào.

Đặc điểm nổi bật của sự phát quang là bước sóng λ của ánh sáng phát quang dài hơn bước sóng λ_{kt} của ánh sáng kích thích.

Thí dụ khi chiếu ánh sáng tử ngoại vào một số dung dịch thì ánh sáng phát quang phát ra có màu lục.

b) Huỳnh quang và lân quang

Hai loại phát quang: có hai loại phát quang là huỳnh quang và lân quang.

- *Huỳnh quang*: là hiện tượng phát quang tắt ngay khi ngưng chiếu ánh sáng kích thích. Nó thường xảy ra với chất lỏng và chất khí.
- *Lân quang*: là hiện tượng mà ánh sáng phát quang còn kéo dài 0,1s đến hàng giờ khi tắt nguồn sáng kích thích. Nó thường xảy ra với các vật rắn.

2. Định luật Stốc (Stoke) về sự huỳnh quang

a) Định luật

Ánh sáng huỳnh quang có bước sóng dài hơn bước sóng của ánh sáng kích thích ($\lambda_{hq} > \lambda_{kt}$).

b) Giải thích

- Khi nguyên tử hấp thụ một phôtôn của ánh sáng kích thích có năng lượng $\varepsilon_{kt} = hf_{kt}$ thì sẽ chuyển sang trạng thái kích thích có năng lượng cao hơn trạng thái ban đầu một lượng hf_{kt}. Trước khi trở về lại trạng thái ban đầu nguyên tử va chạm với các nguyên tử khác làm nó mất đi một phần năng lượng nhận được. Vì thế khi trở về trạng thái ban đầu, nó bức xạ phôtôn mới có năng lượng hf nhỏ hơn.

$$hf_{hq} < hf_{kt} \Rightarrow h\frac{c}{\lambda_{hq}} < h\frac{c}{\lambda_{kt}} \Rightarrow \lambda_{kt} < \lambda_{hq}$$

- Như vậy hiện tượng phát quang là hiện tượng vật chất hấp thụ một phôtôn và phát xạ một phôtôn khác.

- Trong vật rắn quá trình này phức tạp hơn, khiến phân tử trở về trạng thái ban đầu sau một khoảng thời gian nào đó kể từ khi phân tử bị kích thích.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Tại sao sơn quét trên các biển báo giao thông hoặc trên đầu các cọc để chỉ giới có thể là sơn phát quang mà không là sơn phản quang (phản xạ ánh sáng)?

Trả lời

Mục đích của việc quét sơn biển báo và đầu cọc để chỉ giới là để chúng có thể phát sáng vào ban đêm khi không có ánh sáng Mặt Trời, giúp người tham gia giao thông có thể nhìn thấy được chúng. Vì vậy, sơn quét trên các biển báo giao thông hoặc trên đầu các cọc để chỉ giới phải là sơn phát quang. Bởi vì nếu dùng sơn phản quang thì các biển báo và đầu cọc đó chỉ sáng lên (phản xạ ánh sáng) khi có ánh sáng thấy được chiếu trực tiếp vào nó; còn ban đêm. không có đèn thì sẽ không nhìn thấy chúng.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

?

32.1. Hiện tượng quang phát quang là gì? Phân biệt hiện tượng huỳnh quang và hiện tượng lân quang.

Trả lời

Sự phát quang là hiện tượng phát ánh sáng lạnh của một số vật khi có ánh sáng thích hợp chiếu vào.

- *Huỳnh quang*: là hiện tượng phát quang tắt ngay khi ngưng chiếu ánh sáng kích thích. Nó thường xảy ra với chất lỏng và chất khí.
- *Lân quang*: là hiện tượng mà ánh sáng phát quang còn kéo dài 0,1s đến hàng giờ khi tắt nguồn sáng kích thích. Nó thường xảy ra với các vật rắn.

32.2. Ánh sáng huỳnh quang có đặc điểm gì?

Trả lời

Ánh sáng huỳnh quang có bước sóng dài hơn bước sóng của ánh sáng kích thích ($\lambda_{hq} > \lambda_{kt}$).

▼

32.3. Sự phát sáng của vật nào dưới đây là sự quang – phát quang?

A. Tia lửa điện. B. Hồ quang.

C. Bóng đèn ống. D. Bóng đèn pin.

Hướng dẫn giải

Sự phát sáng của bóng đèn ống là sự quang – phát quang

Đáp án: C

32.4. Nếu ánh sáng kích thích là ánh sáng màu lam thì ánh sáng huỳnh quang không thể là ánh sáng nào dưới đây?

A. Ánh sáng đỏ. B. Ánh sáng lục.

C. Ánh sáng lam. D. Ánh sáng chàm.

Hướng dẫn giải

Nếu ánh sáng kích thích là ánh sáng màu lam thì ánh sáng huỳnh quang không thể là ánh sáng có bước sóng ngắn hơn bước sóng của ánh sáng màu lam ⇒ không thể là ánh sáng chàm.

Đáp án: D

32.5. Một chất có khả năng phát quang ánh sáng đỏ và ánh sáng màu lục. Nếu dùng tia tử ngoại để kích thích sự phát quang của chất đó thì ánh sáng phát quang có thể là màu nào?

A. Màu đỏ B. màu vàng C. màu lục D. màu lam.

Hướng dẫn giải

Một chất có khả năng phát quang ánh sáng đỏ và ánh sáng màu lục. Nếu dùng tia tử ngoại để kích thích, tức là dùng phôtôn có năng lượng cao hơn năng lượng phôtôn của cả hai bức xạ màu đỏ và màu lục, thì nó sẽ có khả năng phát ra cả hai bức xạ đỏ và lục ⇒ ánh sáng phát quang là màu trộn của cả hai ánh sáng trên, do đó có màu vàng.

Đáp án: B

32.6. Ở trên áo của các công nhân làm đường hay dọn vệ sinh trên đường thường có những đường kẻ to bản, nằm ngang, màu vàng hoặc lục.

a) Những đường kẻ đó dùng để làm gì?

b) Những đường kẻ đó bằng các chất liệu phát quang hay phản quang?

c) Hãy đề xuất một thí nghiệm để nhận biết những chất liệu đó là phát quang hay phản quang.

Hướng dẫn giải

a) Những đường kẻ đó có tác dụng phát sáng để người điều khiển các phương tiện giao thông chạy trên đường nhìn thấy các công nhân đó và tránh họ.

b) Những đường kẻ đó bằng các chất liệu phát quang.

c) Đề xuất một thí nghiệm để nhận biết những chất liệu đó là phát quang hay phản quang: dùng một đèn nhỏ phát ra ánh sáng trắng chiếu vào các đường kẻ đó, nếu ta thấy cách vạch đó có màu vàng hay lục thì đó là ánh sáng phản quang và chất liệu đó là chất liệu phản quang. Còn ta thấy các vạch có màu mà bước sóng lớn hơn bước sóng vàng hay lục thì đó là ánh sáng phát quang và chất liệu đó là chất liệu phát quang.

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

32.7. Chọn câu trả lời đúng

Muốn một chất phát quang ra ánh sáng khả kiến có bước sóng λ lúc được chiếu sáng thì:

A. phải kích thích bằng ánh sáng có bước sóng nhỏ hơn λ.

B. phải kích thích bằng ánh sáng có bước sóng λ .

C. phải kích thích bằng ánh sáng có bước sóng lớn hơn λ.

D. phải kích thích bằng tia hồng ngoại.

32.8. Chọn phát biểu đúng

Ánh sáng huỳnh quang:

A. tồn tại một thời gian sau khi tắt ánh sáng kích thích.

B. hầu như tắt ngay sau khi tắt ánh sáng kích thích.

C. có bước sóng nhỏ hơn bước sóng của ánh sáng kích thích.

D. do các tinh thể phát ra, khi được kích thích bằng ánh sáng thích hợp.

32.9. Phát biểu nào sau đây **sai** khi nói về hiện tượng lân quang

A. Sự phát sáng của các tinh thể khi bị chiếu sáng thích hợp được gọi là hiện tượng lân quang.

B. Nguyên nhân chính của sự lân quang là do các tinh thể phản xạ ánh sáng chiếu vào nó.

C. Ánh sáng lân quang có thể tồn tại rất lâu sau khi tắt ánh sáng kích thích.

D. Hiện tượng lân quang là hiện tượng phát quang của chất rắn.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

32.7. ***A***

Muốn một chất phát quang ra ánh sáng khả kiến có bước sóng λ lúc được chiếu sáng thì phải kích thích bằng ánh sáng có bước sóng nhỏ hơn λ .

32.8. ***B***

Ánh sáng huỳnh quang hầu như tắt ngay sau khi tắt ánh sáng kích thích.

32.9. ***B***

Nguyên nhân chính của sự lân quang là do các tinh thể hấp thụ và phát xạ khi có ánh sáng thích hợp chiếu vào nó.

Bài 33 – MẪU NGUYÊN TỬ BO

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Mẫu nguyên tử Bo

- Bo vẫn giữ mô hình hành tinh nguyên tử của Rơ-dơ-pho.
- Nhưng hệ thống nguyên tử bị chi phối bởi những qui luật đặc biệt có tính lượng tử.

2. Các tiên đề Bo về cấu tạo nguyên tử

a) Tiên đề về trạng thái dừng

Nguyên tử chỉ tồn tại ở những trạng thái có năng lượng xác định, gọi là trạng thái dừng. Trong các trạng thái dừng nguyên tử không bức xạ.

Trong các trạng thái dừng của nguyên tử, êlectrôn chuyển động quanh hạt nhân trên những quĩ đạo xác định gọi là những quĩ đạo dừng.

Ở nguyên tử hiđrô, ứng với quĩ đạo n, có bán kính tương ứng r_n

$$r_n = n^2 r_1$$

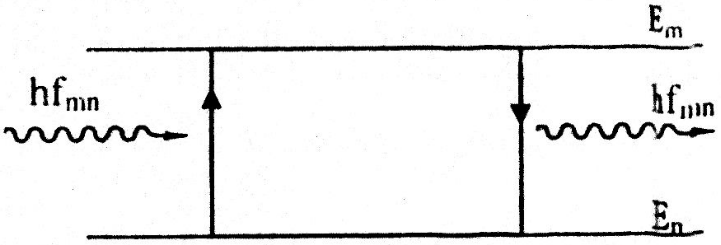
Với $r_1 = 0{,}53.10^{-10}$ m = bán kính Bo.

Quĩ đạo	K(n=1)	L(n=2)	M(n=3)	N(n=4)
Bán kính	r_1	$4r_1$	$9r_2$	$16r_1$

b) Tiên đề về sự bức xạ và hấp thụ

Khi nguyên tử chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng E_m sang trạng thái dừng có năng lượng E_n ($E_m > E_n$) thì nguyên tử phát xạ ra một phôtôn tần số f thỏa:

$$\varepsilon = hf_{mn} = E_m - E_n$$



Ngược lại nguyên tử đang ở trạng thái dừng có năng lượng E_n thấp mà hấp thụ một phôtôn có năng lượng hf_{mn} đúng bằng hiệu E_m-E_n thì nó chuyển sang trạng thái dừng E_m.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Trình bày mẫu hành tinh nguyên tử của Rơ-dơ-pho.

Trả lời

Mẫu hành tinh nguyên tử của Rơ-dơ-pho là cấu tạo của nguyên tử giống như cấu tạo của một hệ hành tinh, như hệ Mặt Trời chẳng hạn. Tức là nguyên tử gồm một hạt nhân mang điện dương nằm ở trung tâm và các êlectron mang điện âm chuyển động trên các quĩ đạo xung quanh.

C2. Nếu phôtôn có năng lượng lớn hơn hiệu $E_n - E_m$ thì nguyên tử có hấp thụ được không?

Trả lời

Nếu phôtôn có năng lượng lớn hơn hiệu $E_n - E_m$ thì theo tiên đề Bo, nguyên tử sẽ không hấp thụ được phôtôn đó.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

?

33.1. Mẫu nguyên tử Bo khác mẫu nguyên tử Rơ-dơ-pho ở điểm nào?

Trả lời

Theo mẫu nguyên tử Bo, hệ thống nguyên tử bị chi phối bởi những qui luật đặc biệt có tính lượng tử.

33.2. Trình bày tiên đề Bo về các trạng thái dừng.

Trả lời

Nguyên tử chỉ tồn tại ở những trạng thái có năng lượng xác định, gọi là trạng thái dừng. Trong các trạng thái dừng nguyên tử không bức xạ.

Trong các trạng thái dừng của nguyên tử, êlectrôn chuyển động quanh hạt nhân trên những quĩ đạo xác định gọi là những quĩ đạo dừng.

Ở nguyên tử hiđrô, ứng với quĩ đạo n, có bán kính tương ứng r_n

$$r_n = n^2 r_1$$

Với $r_1 = 0,53.10^{-10}$ m = bán kính Bo.

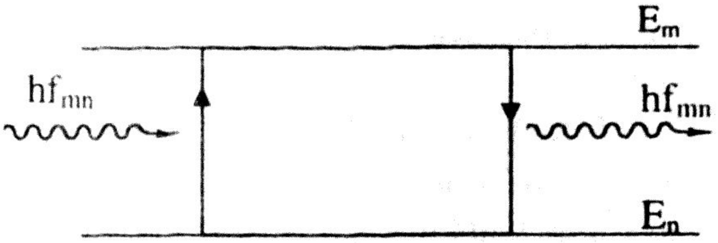
33.3. Trình bày tiên đề Bo về sự bức xạ và hấp thụ năng lượng của nguyên tử.

Trả lời

Khi nguyên tử chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng E_m sang trạng thái dừng có năng lượng E_n như hình 33.1. có ($E_m > E_n$) thì nguyên tử phát xạ ra một phôtôn tần số f thỏa:

$$\varepsilon = hf_{mn} = E_m - E_n$$

Ngược lại nguyên tử đang ở trạng thái dừng có năng lượng E_n thấp mà hấp thụ một phôtôn có năng lượng hf_{mn} đúng bằng hiệu $E_m - E_n$ thì nó chuyển sang trạng thái dừng E_m.



Hình 33.1

33.4. Chọn câu đúng

Trạng thái dừng là

A. trạng thái êlectrôn không chuyển động quanh hạt nhân.

B. trạng thái hạt nhân không dao động.

C. trạng thái đứng yên của nguyên tử.

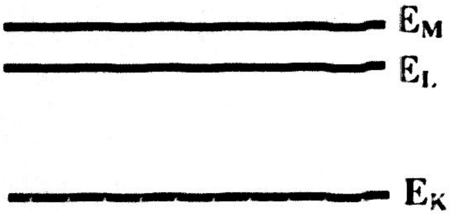
D. trạng thái ổn định của hệ thống nguyên tử.

Hướng dẫn giải

Trạng thái dừng là trạng thái ổn định của hệ thống nguyên tử.

Đáp án: D

33.5. Xét ba mức năng lượng E_K, E_L và E_M của nguyên tử hiđrô như hình 33.2. Một phôtôn có năng lượng bằng $E_M - E_K$ bay đến gặp nguyên tử này. Nguyên tử sẽ hấp thụ phôtôn và chuyển trạng thái như thế nào?



Hình 33.2

A. Không hấp thụ.

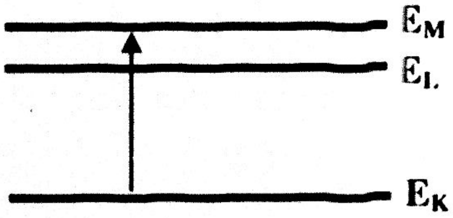
B. Hấp thụ nhưng không chuyển trạng thái.

C. Hấp thụ rồi chuyển dần từ K lên L rồi lên M.

D. Hấp thụ rồi chuyển thẳng từ K lên M.

Hướng dẫn giải

Nguyên tử sẽ hấp thụ phôtôn và chuyển thẳng từ K lên M như hình 33.2a.



Hình 33.2a

Đáp án: D

33.6. Có một đám nguyên tử của một nguyên tố mà mỗi nguyên tử có ba mức năng lượng E_K, E_L và E_M như hình 33.2. Chiếu vào đám nguyên tử này một ánh sáng đơn sắc mà mỗi phôtôn trong chùm có năng lượng bằng $\varepsilon = E_M - E_K$ Sau đó nghiên cứu quang phổ vạch phát xạ của đám nguyên tử trên. Ta sẽ thu được bao nhiêu vạch quang phổ?

A. một vạch

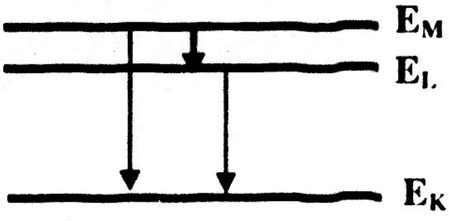
B. hai vạch

C. ba vạch

D. bốn vạch.

Hướng dẫn giải

Trong quang phổ vạch phát xạ của đám nguyên tử trên, ta sẽ thu được ba vạch quang phổ như hình 33.2b.



Hình 33.2b

Đáp án: C

33.7. Ion crôm trong hồng ngọc phát ra ánh sáng đỏ có bước sóng 0,694 μm. Tính hiệu giữa hai mức năng lượng mà khi chuyển giữa hai mức đó ion crôm phát ra ánh sáng nói trên.

Hướng dẫn giải

Hiệu giữa hai mức năng lượng mà khi chuyển giữa hai mức đó ion crôm phát ra ánh sáng có bước sóng $\lambda = 0{,}694$ µm là:

$$\Delta E_{ij} = E_i - E_j = \varepsilon_{ij} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6{,}625.10^{-34}.3.10^{8}}{0{,}694.10^{-6}} = 2{,}864.10^{-19}\ J = 1{,}79\ eV$$

Đáp số: $\Delta E_{ij} = 2{,}864.10^{-19}\ J = 1{,}79\ eV$

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

33.8. Chọn câu trả lời đúng

Khi chiếu vào nguyên tử hiđrô ở trạng thái cơ bản bức xạ mà phôtôn có năng lượng 6 eV thì

A. Nguyên tử hiđrô không hấp thụ phôtôn.

B. Nguyên tử hiđrô hấp thụ phôtôn và chuyển lên trạng thái có n = 3.

C. Nguyên tử hiđrô hấp thụ phôtôn và chuyển lên trạng thái có n = 4.

D. Nguyên tử hiđrô bị ion hoá.

33.9. Chọn câu trả lời đúng

Khi các nguyên tử hiđrô được kích thích để êlectron chuyển lên quĩ đạo M thì sau đó các vạch quang phổ mà nguyên tử có thể phát ra sẽ có tối đa:

A. hai vạch thuộc vùng hồng ngoại, một vạch thuộc vùng tử ngoại.

B. một vạch thuộc vùng hồng ngoại, hai vạch thuộc vùng tử ngoại.

C. hai vạch thuộc vùng tử ngoại, một vạch thuộc vùng khả kiến.

D. hai vạch thuộc vùng khả kiến, một vạch thuộc vùng tử ngoại.

33.10. Chọn câu trả lời đúng

Các vạch quang phổ nằm trong vùng tử ngoại của nguyên tử hiđrô thuộc về dãy:

A. dãy Lyman. B. dãy Balmer.

C. dãy Paschen. D. dãy Lyman và Balmer.

33.11. Chọn câu trả lời đúng

Một êlectrôn có động năng 12,4 eV đến va chạm với nguyên tử hiđrô đứng yên, ở trạng thái cơ bản. Sau va chạm nguyên tử hiđrô vẫn đứng yên nhưng chuyển lên mức kích thích đầu tiên. Động năng của êlectrôn còn lại là:

A. 10,2 eV B. 2,2 eV

C. 1,2 eV D. một giá trị khác

33.12. Các mức năng lượng của nguyên tử hiđrô được xác định bởi công thức:

$$E_n = -\frac{E_0}{n^2}, \text{ với } E_0 = 13{,}6\ eV$$

n là những số nguyên 1, 2, 3, 4 ... Những vạch quang phổ nào có thể xuất hiện khi dùng chùm êlectrôn có năng lượng 12,5 eV bắn phá các nguyên tử hiđrô? Tính bước sóng của những vạch phổ đó.

E . GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

33.8. *A*

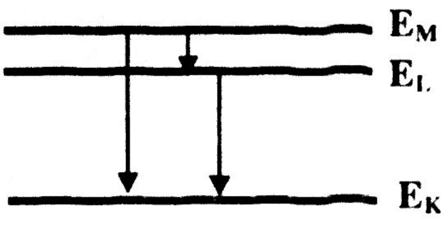
Để nguyên tử hấp thụ được phôtôn thì theo tiên đề Bo, năng lượng của phôtôn ε phải thỏa: $\varepsilon = E_n - E_1 \Rightarrow \varepsilon = E_o\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2}\right)$

Với : ε = 6 eV

$$\varepsilon = E_o\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2}\right) \Rightarrow 6 = 13{,}6\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2}\right) \Rightarrow n = 1{,}33 \notin N$$

Vậy nguyên tử hiđrô không hấp thụ phôtôn có năng lượng ε = 6 eV

33.9. *C*



Hình 33.3

Từ hình 33.3, ta thấy: Khi các nguyên tử hiđrô được kích thích để êlectron chuyển lên quĩ đạo M thì sau đó các vạch quang phổ mà nguyên tử có thể phát ra sẽ có:

- hai vạch thuộc vùng tử ngoại là λ_{MK}, λ_{LM} .
- một vạch thuộc vùng khả kiến là λ_{ML}.

33.10. *D*

Các vạch quang phổ nằm trong vùng tử ngoại của nguyên tử hiđrô thuộc về dãy Lyman và Balmer.

33.11. *B*

Mức kích thích đầu tiên trong nguyên tử hiđrô có năng lượng:

$$E_2 = -3{,}4\text{eV}$$

Năng lượng êlectrôn truyền cho nguyên tử hiđrô:

$$A = -3{,}4 + 13{,}6 = 10{,}2\text{eV}$$

Động năng còn lại của êlectrôn: 12,4 - 10,2 = 2,2eV

33.12. Giả sử êlectrôn trong nguyên tử hiđrô chuyển lên mức n khi bị bắn phá bởi chùm êlectrôn có năng lượng $W_đ$. Ta có: $W_đ \geq E_n - E_1 \Rightarrow W_đ + E_1 \geq E_n$

$$\Rightarrow 12{,}5 + (-13{,}6) \geq -\frac{13{,}6}{n^2}$$

$$\Rightarrow n^2 \leq \frac{13{,}6}{1{,}1} \quad \Rightarrow n \leq 3{,}5$$

Vậy êlectrôn có thể chuyển lên mức n = 2 hoặc n = 3. Do đó những vạch quang phổ có thể phát ra từ nguyên tử hiđrô là:

$$\lambda_{31}\ (n = 3 \rightarrow n = 1);\ \lambda_{21}\ (n = 2 \rightarrow n = 1);\ \lambda_{32}\ (n = 3 \rightarrow n = 2)$$

Ta có: $\varepsilon_{31} = \frac{hc}{\lambda_{31}} = E_3 - E_1 = -\ 13{,}6.(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{1}) = 12{,}1\ \text{eV}$

$$\Rightarrow \lambda_{31} = \frac{hc}{\varepsilon_{31}} = \frac{6{,}625.10^{-34}.3.10^{8}}{12{,}1.1{,}6.10^{-19}} = 0{,}102.10^{-6}\ \text{m} = 0{,}102\ \mu\text{m}$$

Tương tự:

$$\varepsilon_{21} = \frac{hc}{\lambda_{21}} = E_2 - E_1 = -13,6.(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{1}) = 10,2 \text{ eV}$$

$$\Rightarrow \lambda_{21} = \frac{hc}{\varepsilon_{21}} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{10,2.1,6.10^{-19}} = 0,122.10^{-6} \text{ m} = 0,122 \ \mu\text{m}$$

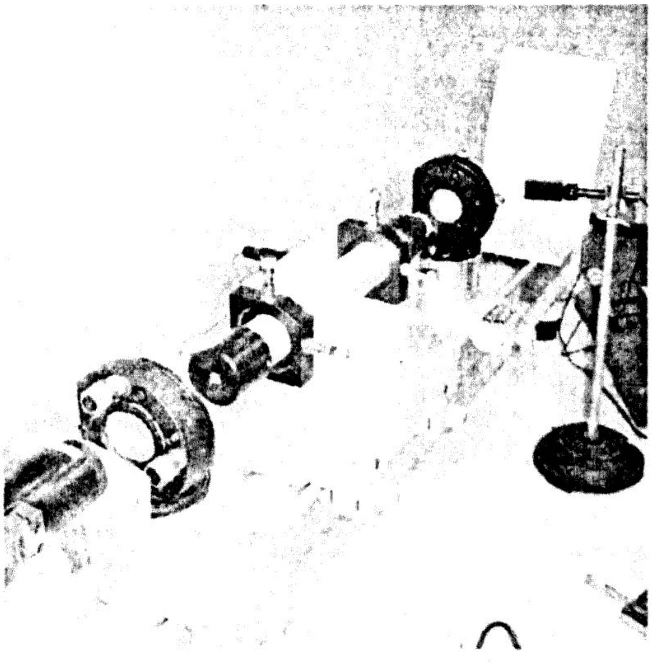
$$\varepsilon_{32} = \frac{hc}{\lambda_{32}} = E_3 - E_2 = -13,6.(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{2^2}) = 1,89 \text{ eV}$$

$$\Rightarrow \lambda_{32} = \frac{hc}{\varepsilon_{32}} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{1,89.1,6.10^{-19}} = 0,657.10^{-6} \text{ m} = 0,657 \ \mu\text{m}$$

***Đáp số:* $\lambda_{31} = 0,102 \ \mu m$; $\lambda_{21} = 0,122 \ \mu m$; $\lambda_{32} = 0,657 \ \mu m$**

Bài 34 – SƠ LƯỢC VỀ LAZE

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG



Laze heli-neon

1. Laze là gì?

Laze là máy khuếch đại ánh sáng bằng sự phát xạ cảm ứng. Chùm sáng do laze phát ra có tính đơn sắc, tính định hướng, tính kết hợp cao và cường độ mạnh.

2. Các nguyên tắc hoạt động của laze

Có ba nguyên tắc cơ bản:

- sử dụng hiện tượng phát xạ cảm ứng.
- tạo ra sự đảo lộn mật độ.
- dùng buồng cộng hưởng.

3. Các loại laze

Có ba loại laze:

- Laze khí như laze heli-neon.
- Laze rắn như laze rubi.
- Laze bán dẫn như laze Ga-Al-As.

4. Ứng dụng

- *Trong y học:* làm dao mổ trong phẫu thuật tinh vi như mắt, mạch máu...

- *Trong thông tin liên lạc:* dùng trong liên lạc vô tuyến định vị, liên lạc vệ tinh, điều khiển tàu vũ trụ...
- *Trong công nghiệp:* dùng để khoan cắt, tôi... với độ chính xác cao.
- *Trong trắc địa:* dùng để đo khoảng cách, ngắm đường thẳng...

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Hãy mô tả cụ thể quá trình nhân phôtôn vẽ trên hình 34.3SGK.

Trả lời

Nếu có một phôtôn có năng lượng $\varepsilon = hf$, ban đầu bay qua một loạt nguyên tử đang ở trạng thái kích thích thì nguyên tử sẽ phát ra một phôtôn giống hệt phôtón đó về năng lượng, pha, hướng ...$\Rightarrow$ hai phôtôn bay song song nhau.

Đến lượt mình, hai phôtôn này lại kích thích cho nguyên tử phát ra hai phôtôn nữa $\Rightarrow$ thành $4 = 2^2$ phôtôn.

Đến lượt mình, bốn phôtôn này lại kích thích cho nguyên tử phát ra bốn phôtôn nữa $\Rightarrow$ thành $8 = 2^3$ phôtôn....

Kết quả lượng phôtôn phát ra tăng theo cấp số nhân.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

?

34.1. Laze là gì?

Trả lời

Laze là máy khuếch đại ánh sáng bằng sự phát xạ cảm ứng.

34.2. Nêu các đặc điểm của chùm sáng (tia laze) do laze phát ra.

Trả lời

Đặc điểm của chùm sáng do laze phát ra có:

- tính đơn sắc.
- tính định hướng.
- tính kết hợp cao.
- cường độ mạnh.

34.3. Sự phát xạ cảm ứng là gì? Tại sao có thể khuếch đại ánh sáng dựa vào hiện tượng phát xạ cảm ứng?

Trả lời

- *Sự phát xạ cảm ứng*

Nếu một nguyên tử đang ở trong trạng thái kích thích sẵn sáng phát ra một phôtôn có năng lượng $\varepsilon = hf$, bắt gặp một phôtôn có năng lượng ε' bằng đúng hf, bay lướt qua nó thì lập tức nguyên tử này cũng phát ra phôtôn ε. Phôtôn ε có cùng năng lượng và bay cùng phương với phôtôn ε'.

- *Có thể khuếch đại ánh sáng dựa vào hiện tượng phát xạ cảm ứng vì:*

Từ một phôtôn ban đầu bay qua có thể kích thích cho một loạt nguyên tử đang ở trạng thái kích thích phát ra phôtôn, lượng phôtôn này sẽ tăng theo cấp số nhân. Mặt khác, các phôtôn bay ra có cùng một hướng nên cường độ của chùm sáng tăng lên rất mạnh ⇒ khuếch đại ánh sáng.

34.4. Trình bày cấu tạo của laze rubi.

Trả lời

Rubi là tinh thể Al_2O_3 có pha tạp Cr_2O_3. Laze rubi gồm:

- một thanh rubi hình trụ, hai mặt được mài nhẵn vuông góc với trục của thanh.
- mặt (1) được mạ bạc trở thành một gương phẳng G_1 có mặt phản xạ hướng vào trong.
- mặt (2) bán mạ, tức là mạ một lớp rất mỏng để khoảng 50% cường độ chùm sáng chiếu tới bị phản xạ, còn khoảng 50% truyền qua. Mặt này là gương phẳng G_2.

Hai gương G_1, G_2 song song nhau.

34.5. Có những loại laze gì?

Trả lời

Có ba loại laze:

- Laze khí như laze heli-neon.
- Laze rắn như laze rubi.
- Laze bán dẫn như laze Ga-Al-As.

34.6. Trình bày một vài ứng dụng của laze.

Trả lời

- *Trong y học:* làm dao mổ trong phẫu thuật tinh vi như mắt, mạch máu...
- *Trong thông tin liên lạc:* dùng trong liên lạc vô tuyến định vị, liên lạc vệ tinh, điều khiển tàu vũ trụ...
- *Trong công nghiệp:* dùng để khoan cắt, tôi ...với độ chính xác cao.
- *Trong trắc địa:* dùng để đo khoảng cách, ngắm đường thẳng...

▽

34.7. Chọn câu đúng

Chùm ánh sáng do laze rubi phát ra có màu:

A. trắng B. xanh C. đỏ D. vàng.

Hướng dẫn giải

Chùm ánh sáng do laze rubi phát ra có màu đỏ.

Đáp án: C

34.8 Tia laze không có đặc tính nào dưới đây?

A. độ đơn sắc cao. B. độ định hướng cao.

C. cường độ lớn. D. công suất lớn.

Hướng dẫn giải

Tia laze không có đặc tính là công suất lớn.

Đáp án: D

34.9. Bút laze mà ta thường dùng để chỉ bảng thuộc loại laze nào?

A. Khí. B. Lỏng. C. Rắn. D. Bán dẫn.

Hướng dẫn giải

Bút laze mà ta thường dùng để chỉ bảng thuộc loại laze bán dẫn.

Đáp án: D

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

34.10. Nêu các nguyên tắc hoạt động của laze.

34.11. Sự đảo lộn mật độ là gì? Tại sao cần tạo ra sự đảo lộn mật độ trong laze?

34.12. Chọn câu trả lời đúng

A. Laze là một nguồn sáng phát ra chùm sáng song song, kết hợp, cường độ lớn.

B. Laze là một nguồn sáng phát ra một số bức xạ đơn sắc song song, kết hợp, cường độ lớn.

C. Laze là một nguồn sáng phát ra chùm sáng đơn sắc song song, kết hợp, cường độ lớn.

D. Laze là một nguồn sáng phát ra chùm sáng trắng song song, kết hợp, cường độ lớn.

34.13. Một laze có công suất phát sáng là 2,5 mW. Chùm sáng phát ra có bước sóng 632,5 nm. Tính số phôtôn mà laze phát ra trong mỗi phút.

Cho $h = 6{,}625.10^{-34}$ J.s; $c = 3.10^{8}$ m/s.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

34.10. Nguyên tắc hoạt động của laze có ba nguyên tắc cơ bản:

- sử dụng hiện tượng phát xạ cảm ứng.
- tạo ra sự đảo lộn mật độ.
- dùng buồng cộng hưởng.

34.11.

- *Sự đảo lộn mật độ:*

  Là làm cho mật độ nguyên tử ở trạng thái kích thích nhiều hơn trạng thái cơ bản.
- *Lí do cần tạo ra sự đảo lộn mật độ trong laze:*

  Là để cho môi trường có khả năng khuếch đại ánh sáng.

34.12. ***C***

Laze là một nguồn sáng phát ra chùm sáng đơn sắc song song, kết hợp, cường độ lớn.

34.13. Công suất phát sáng của laze: $P = n.\varepsilon = n.\dfrac{hc}{\lambda} \Rightarrow n = \dfrac{P.\lambda}{h.c}$

Với n là số phôtôn ánh sáng do laze phát ra trong mỗi giây.

Số phôtôn ánh sáng do laze phát ra trong mỗi phút là:

$$N = n.t = \frac{P.\lambda}{h.c}.t = \frac{2{,}5.10^{-3}.632{,}5.10^{-9}}{6{,}625.10^{-34}.3.10^{8}}.60 = 4{,}77.10^{17} \text{ phôtôn}$$

Đáp số: $N = 4{,}77.10^{17}$ phôtôn

CHƯƠNG VII – HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ

Bài 35 – TÍNH CHẤT VÀ CẤU TẠO HẠT NHÂN

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. *Cấu tạo hạt nhân nguyên tử*

Hạt nhân có kí hiệu $^A_Z X$ có A nuclôn, mang điện tích Ze.

Trong đó gồm: Z prôtôn, N = (A – Z) nơtrôn

- ➢ Prôtôn: kí hiệu $p = {}^1_1p = {}^1_1H$, mang điện tích e.
- ➢ Nơtrôn: kí hiệu $n = {}^1_0n$, không mang điện tích.

2. *Đồng vị*

Các nguyên tử mà hạt nhân chứa cùng một số Z prôtôn, nhưng có số nơtrôn N khác nhau gọi là *đồng vị.*

3. *Bán kính của hạt nhân R*

$$R = 1{,}2.10^{-15}.A^{1/3}\ (m)$$

Như vậy thể tích của hạt nhân tỉ lệ với số khối A của nó.

4. *Đơn vị khối lượng nguyên tử (đơn vị cacbon) u*

$1\ u = \frac{1}{12}$ khối lượng nguyên tử của đồng vị cacbon $^{12}_6C$

$1\ u = 1{,}66055.10^{-27}\ kg = 931{,}5\ MeV/c^2$

- ➢ Prôtôn: ^1_1p có khối lượng $m_p = 1{,}007276\ u \approx 1{,}0073u$
- ➢ Nơtrôn ^1_0n có khối lượng $m_n = 1{,}008665\ u \approx 1{,}0087u$

5. *Khối lượng và năng lượng hạt nhân*

Hệ thức Anhxtanh giữa năng lượng và khối lượng:

$$E = mc^2$$

m = khối lượng của vật; $c = 3.10^8 m/s$

E = năng lượng nghỉ của vật.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Nếu tưởng tượng kích thước nguyên tử to như một căn phòng kích thước 10 x 10 x 10 m thì hạt nhân có thể so sánh với vật nào?

Trả lời

Nếu tưởng tượng kích thước nguyên tử to như một căn phòng kích thước 10 x 10 x 10 m thì thể tích của nó là:

$$V_{\text{nguyên tử}} = 10\ .\ 10\ .\ 10 = 10^3\ m^3$$

Kích thước của hạt nhân thì nhỏ hơn của nguyên tử cỡ 10^5 lần. Tức là thể tích hạt nhân sẽ nhỏ hơn thể tích nguyên tử 10^{15} lần tức là có thể tích:

$$V_{\text{hạt nhân}} = \frac{10^3}{10^{15}} = 10^{-12}\ m^3$$

Tức hạt nhân có thể so sánh với hạt cát.

C2. Tính 1 MeV/c^2 ra đơn vị kilôgam.

Trả lời

$$1\ MeV/c^2 = 1\ .\ \frac{1,6.10^{-13}}{(3.10^8)^2} = 1,78.10^{-30}\ kg$$

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

?

35.1. Trong các câu sau, câu nào đúng? câu nào sai?

1. Bán kính hạt nhân tỉ lệ với số nuclôn A.
2. Các hạt nhân đồng vị có cùng số prôtôn.
3. Các hạt nhân đồng vị có cùng số nuclôn.
4. Điện tích hạt nhân tỉ lệ với số prôtôn.
5. Một hạt nhân có khối lượng 1u thì sẽ có năng lượng tương ứng 931,5 MeV.

Trả lời

1. Bán kính hạt nhân tỉ lệ với số nuclôn A (**Sai**). Vì: $R = 1,2.10^{-15}.A^{1/3}$ (m)
2. Các hạt nhân đồng vị có cùng số prôtôn (**Đúng**).
3. Các hạt nhân đồng vị có cùng số nuclôn (**Sai**).
4. Điện tích hạt nhân tỉ lệ với số prôtôn (**Đúng**).
5. Một hạt nhân có khối lượng 1u thì sẽ có năng lượng tương ứng 931,5 MeV (**Đúng**).

35.2. Các hạt nhân có cùng số khối A và khác số Z được gọi là các hạt nhân đồng khối, ví dụ: $^{36}_{13}S$ và $^{36}_{18}Ar$. So sánh:

1. khối lượng.
2. điện tích.

của hai hạt nhân đồng khối.

Trả lời

- *Về khối lượng:* các hạt nhân có cùng số khối A, nhưng có số prôtôn và nơtrôn khác nhau nên hơi khác nhau về khối lượng.
- *Về điện tích:* các hạt nhân khác nhau về số Z, nên có điện tích khác nhau.

▼

35.3. Xác định khối lượng tính ra u của hạt nhân $^{12}_{6}C$.

Hướng dẫn giải

$u = \frac{1}{12}$ khối lượng nguyên tử của đồng vị cacbon ${}^{12}_{6}C$. Nguyên tử ${}^{12}_{6}C$ có 6 êlectrôn. Vậy khối lượng tính ra u của hạt nhân ${}^{12}_{6}C$ là:

$$m_C = 12\ u - 6m_e = 12\ u - 6\ .\ 5{,}486.10^{-4}\ u = 11{,}9967\ u$$

Đáp số: $m_C = 11{,}9967\ u$

35.4. Tính chất hóa học của một nguyên tử phụ thuộc:

A. nguyên tử số.　　B. số khối.

C. khối lượng nguyên tử.　　D. số các đồng vị.

Hướng dẫn giải

Tính chất hóa học của một nguyên tử phụ thuộc nguyên tử số.

Đáp án: A

35.5. Các đồng vị của cùng một nguyên tố có cùng:

A. số prôtôn　　B. số nơtrôn

C. số nuclôn　　D. khối lượng nguyên tử.

Hướng dẫn giải

Các đồng vị của cùng một nguyên tố có cùng số prôtôn.

Đáp án: A

35.6. Số nuclôn trong ${}^{27}_{13}Al$ là:

A. 13　　B. 14　　C. 27　　D. 40

Hướng dẫn giải

Số nuclôn trong ${}^{27}_{13}Al$ là: $A = 27$

Đáp án: C

35.7. Số nơtrôn trong hạt nhân ${}^{27}_{13}Al$ là bao nhiêu?

A. 13　　B. 14　　C. 27　　D. 40

Hướng dẫn giải

Số nơtrôn trong hạt nhân ${}^{27}_{13}Al$ là: $N = A - Z = 27 - 13 = 14$

Đáp án: B

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

35.8. Chọn câu trả lời đúng

Thành phần cấu tạo của hạt nhân polpri ${}^{210}_{84}Po$ là:

A. Có 84 nơtrôn và 210 nuclôn và 84 êlectrôn.

B. Có 84 prôtôn và 210 nơtrôn.

C. Có 84 prôtrôn và 126 nơtrôn.

D. Có 84 nơtrôn và 210 nuclôn.

35.9. Chọn câu trả lời đúng

Bản chất lực tương tác giữa các nuclôn trong hạt nhân là

A. lực tĩnh điện　　B. lực hấp dẫn

C. lực điện từ　　D. lực tương tác mạnh.

35.10. Chọn câu trả lời đúng

Một lượng khí ôxi chứa $N = 1{,}88.10^{23}$ nguyên tử. Khối lượng của lượng khí đó là:

A. 20 g　　B. 10 g　　C. 5 g　　D. 2,5 g

35.11. Chọn câu trả lời đúng

Biết khối lượng các hạt nhân ${}^{12}_{6}C$ là 12u. $1u = 931{,}5\ Mev/c^2 = 1{,}66055.10^{-27}$ kg. Năng lượng nghỉ của hạt nhân ${}^{12}_{6}C$ là:

A. $1{,}12.10^4$ eV　　B. $1{,}12.10^{10}$ MeV

C. 10^{-9} J　　D. Một giá trị khác.

35.12. Chọn câu trả lời đúng

Năng lượng nghỉ của một vật:

A. có thể chuyển đổi thành các dạng năng lượng khác như cơ năng, điện năng, nhiệt năng ...

B. có thể tăng hoặc giảm, dẫn đến khối lượng nghỉ tăng hoặc giảm theo.

C. trong phản ứng hạt nhân, năng lượng nghỉ không bảo toàn.

D. Cả A, B, C đều đúng.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

35.8. ***C***

Thành phần cấu tạo của hạt nhân polori ${}^{210}_{84}Po$ có 84 prôtrôn và 126 nơtrôn.

35.9. ***D***

Bản chất lực tương tác giữa các nuclôn trong hạt nhân là lực tương tác mạnh.

35.10. ***D***

Cứ 1 mol khí O_2 có khối lượng A = 32 g và chứa $2N_A$ nguyên tử O.

Vậy khối lượng của lượng khí ôxi chứa $1{,}88.10^{22}$ nguyên tử là:

$$m = \frac{N.A}{2N_A} = \frac{1{,}88.10^{23}.32}{2.6{,}023.10^{23}} = 5\ g$$

35.11. ***C***

$$E = m_c c^2 = 12\ .\ 931{,}5 = 1{,}12.10^4\ MeV$$

Hay: $$E = m_c c^2 = 12\ .\ 1{,}66055.10^{-27}.(3.10^8)^2 = 1{,}79.10^{-9}\ J$$

35.12. ***D***

Năng lượng nghỉ của một vật: $E = mc^2$

- có thể chuyển đổi thành các dạng năng lượng khác như cơ năng, điện năng, nhiệt năng ...
- có thể tăng hoặc giảm, dẫn đến khối lượng nghỉ tăng hoặc giảm theo.
- trong phản ứng hạt nhân, năng lượng nghỉ không bảo toàn.

Bài 36 – NĂNG LƯỢNG LIÊN KẾT CỦA HẠT NHÂN PHẢN ỨNG HẠT NHÂN

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. *Lực hạt nhân*

Lực tương tác giữa các nuclôn gọi là lực hạt nhân (tương tác hạt nhân hay tương tác mạnh).

Lực hạt nhân không cùng bản chất với lực hấp dẫn hay lực tĩnh điện; nó là loại lực mới truyền tương tác giữa các nuclôn trong hạt nhân gọi là lực tương tác mạnh.

Đặc điểm: phạm vi tác dụng mạnh.

2. ***Độ hụt khối Δm của hạt nhân*** $^{A}_{Z}X$

$$\Delta m = \left[Z.m_p + (A - Z).m_n - m_{hn}\right]$$

Nếu Δm > 0 hạt nhân bền vững

Δm < 0 hạt nhân không tồn tại

Với m_{hn} là khối lượng của hạt nhân $^{A}_{Z}X$. Khối lượng của hạt nhân bao giờ cũng nhỏ hơn tổng khối lượng của các nuclôn cấu thành hạt nhân.

3. ***Năng lượng liên kết W_{lk} của hạt nhân*** $^{A}_{Z}X$

Khi muốn phá vỡ hạt nhân ra thành các nuclôn riêng biệt, người ta cung cấp cho nó năng lượng ΔE.

❖ Khi đơn vị của

$$[W_{lk}] = J;\ [m_p] = [m_p] = [m_{nh}] = kg$$

thì

$$W_{lk} = \left[Z.m_p + (A - Z).m_n - m_{nh}\right].c^2$$

Hay: $W_{lk} = \Delta mc^2$

Với c là vận tốc ánh sáng trong chân không.

❖ Khi đơn vị của

$$[W_{lk}] = MeV;\ [m_p] = [m_p] = [m_{nh}] = u$$

thì

$$W_{lk} = \left[Z.m_p + (A - Z).m_n - m_{nh}\right].931,5$$

4. ***Năng lượng liên kết riêng*** $\varepsilon = \dfrac{W_{lk}}{A}$ ***của hạt nhân*** $^{A}_{Z}X$

Năng lượng liên kết riêng là năng lượng liên kết trên một nuclôn.

$$\varepsilon = \frac{W_{lk}}{A} = \frac{1}{A}\left[Z.m_p + (A - Z).m_n - m_{nh}\right].931,5$$

Hạt nhân có năng lượng liên kết riêng càng lớn thì càng bền vững.

5. *Phản ứng hạt nhân*

Là tương tác giữa hai hạt nhân dẫn đến sự biến đổi của chúng thành các hạt nhân khác.

$$^{A_1}_{Z_1}X_1 + ^{A_2}_{Z_2}X_2 \rightarrow ^{A_3}_{Z_3}X_3 + ^{A_4}_{Z_4}X_4$$

Trong số $X_1;X_2;X_3;X_4$ ... có thể là các hạt sơ cấp e^-, p , n, ...

Có hai loại phản ứng hạt nhân:

- *Phản ứng hạt nhân tự phát:* như sự phóng xạ: A → B + C
  A: hạt nhân mẹ; B: hạt nhân con và C: hạt α , β, ...
- *Phản ứng hạt nhân kích thích:* như phản ứng phân hạch, phản ứng tổng hợp hạt nhân...

6. *Các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân*

a) Định luật bảo toàn số nuclôn (số khối A)

$$A_1 + A_2 = A_3 + A_4$$

b) Định luật bảo toàn điện tích (hay nguyên tử số Z)

$$Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$$

c) Định luật bảo toàn động lượng

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_3 + \vec{p}_4$$

Hay:

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_3\vec{v}_3 + m_4\vec{v}_4$$

Với:

$\vec{p}_i = m_i\vec{v}_i$ là động lượng của hạt nhân i

d) Định luật bảo toàn năng lượng

Năng lượng toàn phần của một hạt nhân = năng lượng nghỉ + động năng.

$E_i = m_ic^2 + K_i$: năng lượng toàn phần của hạt nhân i.

$K_i = \dfrac{m_iv_i^2}{2}$: động năng của hạt nhân i.

Định luật bảo toàn năng lượng toàn phần:

$$E_1 + E_2 = E_3 + E_4$$

Hay: $(m_1 + m_2)c^2 + K_1 + K_2 = (m_3 + m_4)c^2 + K_3 + K_4$

Chú ý: không có định luật bảo toàn khối lượng của hệ.

7. *Phản ứng hạt nhân thu năng lượng và tỏa năng lượng*

Trong phản ứng hạt nhân sau:

$$^{A_1}_{Z_1}X_1 + ^{A_2}_{Z_2}X_2 \rightarrow ^{A_3}_{Z_3}X_3 + ^{A_4}_{Z_4}X_4$$

Gọi m_i là khối lượng của hạt nhân i

Δm_i là độ hụt khối của hạt nhân i

Thì nếu:

- $\Delta M = (m_1 + m_2) - (m_3 + m_4) > 0$: phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng.
- $\Delta M = (m_1 + m_2) - (m_3 + m_4) < 0$: phản ứng hạt nhân thu năng lượng.

Hay nếu:

- $\Delta M' = (\Delta m_1 + \Delta m_2) - (\Delta m_3 + \Delta m_4) < 0$: phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng.
- $\Delta M' = (\Delta m_1 + \Delta m_2) - (\Delta m_3 + \Delta m_4) > 0$: phản ứng hạt nhân thu năng lượng.

8. Năng lượng phản ứng Q

$$Q = [(m_1 + m_2) - (m_3 + m_4)]c^2 = [(K_3 + K_4) - (K_1 + K_2)]\ (J)$$

Hay: $Q = [(\Delta m_3 + \Delta m_4) - (\Delta m_1 + \Delta m_2)]c^2$

Trong công thức trên đơn vị của m (kg), Q(J)

Nếu m (u) và Q(MeV) ta có:

$$Q = [(m_1 + m_2) - (m_3 + m_4)].931{,}5 = [(K_3 + K_4) - (K_1 + K_2)]\ (MeV)$$

Chúng ta có ba trường hợp:

- $Q > 0 \Leftrightarrow m_1 + m_2 > m_3 + m_4$: phản ứng toả năng lượng.
- $Q < 0 \Leftrightarrow m_1 + m_2 < m_3 + m_4$: phản ứng thu năng lượng.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Giải thích rõ hơn bảng 36.1SGK.

Trả lời

Phản ứng hóa học	**Phản ứng hạt nhân**
Các phân tử tham gia phản ứng có thể bị biến đổi để tạo thành các phân tử mới sau phản ứng.	Các hạt nhân tham gia phản ứng có thể bị biến đổi để tạo thành các hạt nhân mới sau phản ứng.
Không có sự biến đổi nguyên tử và tổng số nguyên tử mỗi loại tham gia phản ứng bằng tổng số nguyên tử của từng loại đó sau phản ứng.	Có sự biến đổi hạt nhân nguyên tử của các nguyên tố tham gia phản ứng thành hạt nhân của các nguyên tố khác sau phản ứng.
Tổng khối lượng nghỉ của các chất tham gia phản ứng bằng tổng khối lượng nghỉ của các chất được tạo thành sau phản ứng.	Tổng khối lượng nghỉ của các chất tham gia phản ứng không bằng tổng khối lượng nghỉ của các chất được tạo thành sau phản ứng.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

▼

36.1. Hãy chọn câu đúng

Năng lượng liên kết riêng

A. giống nhau với mọi hạt nhân.

B. lớn nhất với các hạt nhân nhẹ.

C. lớn nhất với các hạt nhân trung bình.

D. lớn nhất với các hạt nhân nặng.

Hướng dẫn giải

Năng lượng liên kết trên một nuclôn lớn nhất với các hạt nhân trung bình có số khối A trong khoảng: $50 < A < 95$.

Đáp án: C

36.2. Hãy chọn câu đúng

Bản chất lực tương tác giữa các nuclôn trong hạt nhân là

A. lực tĩnh điện B. lực hấp dẫn

C. lực điện từ D. lực tương tác mạnh

Hướng dẫn giải

Bản chất lực tương tác giữa các nuclôn trong hạt nhân là lực tương tác mạnh.

Đáp án: D

36.3. Phạm vi tác dụng của lực tương tác mạnh trong hạt nhân là:

A. 10^{-13} cm B. 10^{-8} cm C. 10^{-10} cm D. vô hạn.

Hướng dẫn giải

Phạm vi tác dụng của lực tương tác mạnh trong hạt nhân là 10^{-13} cm.

Đáp án: A

36.4. Hạt nhân nào có năng lượng liên kết riêng lớn nhất?

A. Heli B. Cácbon C. Sắt D. Urani

Hướng dẫn giải

Để biết hạt nhân nào bền vững hơn ta cần xác định năng lượng liên kết riêng của nó.

Năng lượng liên kết của hạt nhân được tính bởi công thức:

$$W_{lk} = \Delta mc^2 = \left[Z.m_p + (A-Z).m_n - m_{hn}\right].c^2$$

- Trường hợp hạt nhân ${}_2^4He$:

Năng lượng liên kết của hạt nhân ${}_2^4He$ là:

$$W_{lkHe} = \left[2.1{,}0073 + (4-2).1{,}0087 - 4{,}0015\right].931{,}5 = 28{,}411 \text{ MeV}$$

Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân ${}_2^4He$ là:

$$\varepsilon_{He} = \frac{W_{lkHe}}{A_{He}} = 7{,}103 \text{ MeV}$$

- Trường hợp hạt nhân ${}^{12}_{6}C$:

  Năng lượng liên kết của hạt nhân ${}^{12}_{6}C$ là:

  $W_{lkC} = \left[6.1,0073 + (12-6).1,0087 - 12\right].931,5 = 89,424\ \text{MeV}$

Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân ${}^{12}_{6}C$ là:

$$\varepsilon_C = \frac{W_{lkC}}{A_C} = 7,452\ \text{MeV}$$

- Trường hợp hạt nhân ${}^{56}_{26}Fe$:

  Năng lượng liên kết của hạt nhân ${}^{56}_{26}Fe$ là:

$W_{lkFe} = \left[26.1,0073 + (56-26).1,0087 - 55,9349\right].931,5 = 480,560\ \text{MeV}$

Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân ${}^{56}_{26}Fe$ là:

$$\varepsilon_{Fe} = \frac{W_{lkFe}}{A_{Fe}} = 8,581\ \text{MeV}$$

- Trường hợp hạt nhân ${}^{235}_{92}U$:

  Năng lượng liên kết của hạt nhân ${}^{235}_{92}U$ là:

$W_{lkU} = \left[92.1,0073 + (235-92).1,0087 - 234,9933\right].931,5 = 1790,716\ \text{MeV}$

Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân ${}^{235}_{92}U$ là:

$$\varepsilon_U = \frac{W_{lkU}}{A_U} = 7,620\ \text{MeV}$$

Suy ra: $\varepsilon_{Fe} > \varepsilon_U > \varepsilon_C > \varepsilon_{He}$. Vậy hạt nhân Fe là bền vững nhất.

Đáp án: C

36.5. Năng lượng liên kết của ${}^{20}_{10}Ne$ là 160,64 MeV. Xác định khối lượng của nguyên tử ${}^{20}_{10}Ne$.

Hướng dẫn giải

Năng lượng liên kết của hạt nhân ${}^{20}_{10}Ne$ được tính bởi công thức:

$W_{lkNe} = \left[10.1,0073 + (20-10).1,0087 - m_{Ne}\right].931,5 = 160,64\ \text{MeV}$

Khối lượng của hạt nhân nguyên tử ${}^{20}_{10}Ne$ bằng:

$$m_{Ne} = 10.1,0073 + (20-10).1,0087 - \frac{160,64}{931,5} = 19,9875\ \text{u}$$

Khối lượng của nguyên tử ${}^{20}_{10}Ne$ bằng:

$$m_{\text{nguyên tử}} = m_{\text{hạt nhân}} + zm_{e^-} = m_{Ne} + 10m_{e^-}$$

$$\Rightarrow m_{\text{nguyên tử}} = 19,9875\ \text{u} + 10.\ 9,1.10^{-31}.\frac{1}{1,66055.10^{-27}} = 19,9930\ \text{u}$$

Đáp số: $m_{\text{nguyên tử}} = 19,9930$ u

36.6. Khối lượng của nguyên tử $^{56}_{26}Fe$ là 55,934939 u. Tính W_{lk} và $\frac{W_{lk}}{A}$.

Hướng dẫn giải

Năng lượng liên kết của hạt nhân $^{56}_{26}Fe$ là:

$W_{lkFe} = [26.1,00728 + (56-26).1,00866 - 55,934939].931,5 = 478,922$ MeV

Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân $^{56}_{26}Fe$ là:

$$\varepsilon_{Fe} = \frac{W_{lkFe}}{A_{Fe}} = 8,55 \text{ MeV}$$

Đáp số: ***$W_{lkFe} = 4,78,922$ MeV; $\varepsilon_{Fe} = 8,55$ MeV***

36.7. Hoàn chỉnh các phản ứng sau: $^{6}_{3}Li + ? \rightarrow {}^{7}_{4}Be + {}^{1}_{0}n$

$^{10}_{5}B + ? \rightarrow {}^{7}_{3}Li + {}^{4}_{2}He$

$^{35}_{17}Cl + ? \rightarrow {}^{32}_{16}S + {}^{4}_{2}He$

Hướng dẫn giải

Áp dụng các định luật bảo toàn điện tích và số khối, ta được các phương trình sau: $^{6}_{3}Li + {}^{2}_{1}D \rightarrow {}^{7}_{4}Be + {}^{1}_{0}n$

$^{10}_{5}B + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{7}_{3}Li + {}^{4}_{2}He$

$^{35}_{17}Cl + {}^{1}_{1}p \rightarrow {}^{32}_{16}S + {}^{4}_{2}He$

36.8. Phản ứng: $^{6}_{3}Li + {}^{2}_{1}H \rightarrow 2({}^{4}_{2}He)$

toả năng lượng 22,4 MeV. Tính khối lượng nguyên tử của $^{6}_{3}Li$. (Khối lượng của $^{2}_{1}H$ và $^{4}_{2}He$ coi như đã biết).

Hướng dẫn giải

Năng lượng tỏa ra của phản ứng: $Q = [(m_{Li} + m_H) - 2m_{He}].c^2 = 22,4$ MeV

Lấy khối lượng của $^{2}_{1}H$ và $^{4}_{2}He$ lần lượt bằng:

$$m_D = 2,0140 \text{ u} \quad ; m_{He} = 4,00260 \text{ u}$$

Khối lượng nguyên tử của $^{6}_{3}Li$ bằng:

$$m_{Li} = \frac{22,4}{931,5} + 2.4,00260 - 2,0140 = 6,0152 \text{ u}$$

Đáp số: $m_{Li} = 6,0152$ u

36.9. Chọn câu sai

Trong một phản ứng hạt nhân, có bảo toàn:

A. năng lượng B. động lượng.

C. động năng D. điện tích.

Hướng dẫn giải

Trong một phản ứng hạt nhân, có bảo toàn: năng lượng, động lượng và điện tích, nhưng không có bảo toàn động năng ⇒ câu sai C.

Đáp án: C

36.10. Phản ứng nào sau đây thu năng lượng:

A. $^1_1H + ^2_1H \rightarrow ^3_2He$ B. $^2_1H + ^2_1H \rightarrow ^4_2He$

C. $^2_1H + ^3_1H \rightarrow ^4_2He + ^1_0n$ D. $^4_2He + ^{14}_7N \rightarrow ^{17}_8O + ^1_1H$

Hướng dẫn giải

- Trong phản ứng: $^1_1H + ^2_1H \rightarrow ^3_2He$, ta có:

$$\Delta M = (m_H + m_D) - m_{He} = [(1,007825 + 2,01400) - 3,01603]u$$
$$= 5,795.10^{-3}\,u > 0$$

$\Rightarrow$ phản ứng tỏa năng lượng.

- Trong phản ứng: $^2_1H + ^2_1H \rightarrow ^4_2He$, ta có:

$$\Delta M = 2m_D - m_{He} = (\ 2.\ 2,01400 - 4,00260)\ u = 2,54.10^{-2}\ u > 0$$

$\Rightarrow$ phản ứng tỏa năng lượng.

- Trong phản ứng: $^2_1H + ^3_1H \rightarrow ^4_2He + ^1_0n$, ta có:

$$\Delta M = (m_D + m_T) - (m_{He} + m_n)$$
$$\Delta M = [(2,01400 + 3,01605) - (4,00260 + 1,00866]u = 1,879.10^{-2}\ u > 0$$

$\Rightarrow$ phản ứng tỏa năng lượng.

- Trong phản ứng: $^4_2He + ^{14}_7N \rightarrow ^{17}_8O + ^1_1H$, ta có:

$$\Delta M = [(4,00260 + 14,00307) - (16,9991 + 1,00728]u = -\ 7,1.10^{-4}\ u < 0$$

$\Rightarrow$ phản ứng thu năng lượng.

Đáp án: D

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

36.11. Chọn câu trả lời đúng

Hạt nhân nêon $^{20}_{10}Ne$ có khối lượng $m_{Ne} = 19,9870u$, $m_p = 1,0073u$, $m_n = 1,0087u$, $1u = 931,5\ MeV/c^2$. Năng lượng liên kết hạt nhân là:

A. 1,612 MeV B. 16,12 MV

C. 161,2 MeV D. 1612 MeV

36.12. Chọn câu trả lời đúng

Khối lượng của hạt nhân $^{232}_{90}Th$ là $m_{Th} = 232,0381$ u, khối lượng của nơtron là $m_n = 1,0087(u)$, khối lượng của prôton là $m_p = 1,0073(u)$. Độ hụt khối của hạt nhân $^{232}_{90}Th$ là:

A. 1,8543 (u) B. 18,543 (u)

C. 185,43 (u) D. 1854,3 (u)

36.13. Cho phản ứng hạt nhân sau:

$$^4_2He + ^{14}_7N + 1,21\ MeV \rightarrow ^1_1H + ^{17}_8O$$

Hạt α có động năng 4 MeV, hạt nhân $^{14}_7N$ đứng yên. Giả sử hai hạt sinh ra có cùng vận tốc và coi khối lượng các hạt nhân bằng số khối của nó. Tính động năng của ^1_1H và của $^{17}_8O$.

36.14. Hạt nhân phóng xạ $^{238}_{92}U$ (đứng yên) phát ra hạt α theo phương trình phóng xạ: $^{238}_{92}U \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{234}_{90}Th$

Biết $m_U = 237,9904$ (u); $m_{Th} = 233,9737$ (u); $m_\alpha = 4,0015$(u)

Tính động năng của hạt α

36.15. Cho các hạt α có động năng $K_\alpha = 4$ MeV va chạm với các hạt nhân nhôm $^{27}_{13}Al$ đứng yên. Sau phản ứng có hai loại hạt được sinh ra là hạt nhân X và nơtrôn. Hạt nơtrôn sinh ra có phương chuyển động vuông góc với phương chuyển động của các hạt α.

a) Viết phương trình phản ứng hạt nhân trên. Phản ứng này thu hay tỏa năng lượng? Tính năng lượng đó.

b) Tính động năng của hạt nhân X và động năng của nơtrôn được sinh ra sau phản ứng. Cho biết khối lượng các hạt nhân:

$m_\alpha = 4,0015$ u; $m_{Al} = 26,974$ u

$m_X = 29,970$ u; $m_n = 1,0087$ u

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

36.11 ***C***

Năng lượng liên kết của hạt nhân nêon:

$$E = \left[Z.m_p + (A - Z).m_n - m_{Ne}\right]931,5$$

$$\Rightarrow E = \left[10.1,0073 + (20 - 10).1,0087 - 19,9870\right].931,5 = 161,2 \text{ MeV}$$

36.12 ***A***

$$\Delta M = [Zm_p + (A - Z)m_n - M]$$

$$\Rightarrow \Delta M_{Th} = [90.1,0073 + 142.1,0087 - 232,0381] = 1,8543 \text{(u)}$$

36.13 Theo định luật bảo toàn năng lượng ta có:

$$Q = (K_O + K_H) - K_\alpha \qquad (1)$$

Theo giả thiết ta có:

$$v_X = v_H \Rightarrow \frac{K_O}{K_H} = \frac{m_O}{m_H} = 16 \Rightarrow K_O = 16K_H \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) ta có:

$$K_H = \frac{Q + K_\alpha}{17} = \frac{-1,21 + 4}{17} = 0,164 \text{ MeV} = 2,624.10^{-14} \text{ J}$$

$$K_O = 16K_H = 2,626 \text{ MeV} = 4,202.10^{-13} \text{ J}$$

Đáp số: $K_H = 0,164$ MeV; $K_O = 2,626$ MeV

36.14 Ta có năng lượng tỏa ra của phản ứng: $Q = K_{Th} + K_\alpha$

$$Q = (m_U - m_{He} - m_{Th}).931,5 \text{ MeV}$$

$$Q = (237,9904 - 233,9737 - 4,0015).931,5 = 14,16 \text{ MeV} \qquad (1)$$

Theo định luật bảo toàn động lượng:

$$0 = \vec{p}_\alpha + \vec{p}_{Th} \Rightarrow p_\alpha^2 = p_{Th}^2$$

$$\Rightarrow 2m_\alpha K_\alpha = 2m_{Th} K_{Th} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta có:

$$K_\alpha = \frac{m_{Th}E}{m_\alpha + m_{Th}} = \frac{233,9737.14,16}{4,0015 + 233,9904} = 13,9\,MeV$$

Đáp số: $\boldsymbol{K_\alpha = 13,9}$ ***MeV***

36.15 a) Phương trình phản ứng là:

$${}_2^4He + {}_{13}^{27}Al \to {}_0^1n + {}_Z^AX$$

Áp dụng định luật bảo toàn số khối và bảo toàn điện tích, ta có:

$$A = 30;\ Z = 15 \ \Rightarrow \ {}_Z^AX = {}_{15}^{30}P$$

Vậy X là hạt nhân ${}_{15}^{30}P$ (phôtpho)

Ta có năng lượng tỏa ra (hay thu vào) của phản ứng là:

$$Q = \left[(m_\alpha + m_{Al}) - (m_n + m_X)\right].931,5$$

$$\Rightarrow Q = \left[(4,0015 + 26,974) - (1,0087 + 29,970)\right].931,5$$

$$Q = -2,98\,MeV < 0$$

⇒ Phản ứng trên thu năng lượng là 2,98 MeV.

b) Theo định luật bảo toàn năng lượng ta có:

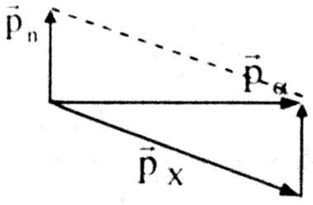
$$Q = (K_X + K_n) - K_\alpha \quad (1)$$

Định luật bảo toàn động lượng, ta có:

$$\vec{p}_\alpha = \vec{p}_n + \vec{p}_X \Rightarrow \vec{p}_X = \vec{p}_\alpha - \vec{p}_n \quad (2)$$

Từ hình 36.1 và (2) ta có: $p_X^2 = p_\alpha^2 + p_n^2$

$$\Rightarrow 2m_X K_X = 2m_\alpha K_\alpha + 2m_n K_n \quad (3)$$



Hình 36.1

Từ (1) và (3), ta có động năng của hạt nhân X và động năng của nơtrôn được sinh ra sau phản ứng:

$$\Rightarrow K_X = \frac{(m_\alpha + m_n)K_\alpha + m_n Q}{m_n + m_X} = 0,55\,MeV$$

$$\Rightarrow K_n = 0,47\,MeV$$

Đáp số: a) $\boldsymbol{Q = = -2,98\,MeV < 0}$***, thu năng lượng;***

b) $\boldsymbol{K_X = 0,55}$ ***MeV;*** $\boldsymbol{K_n = 0,47}$ ***MeV***

Bài 37 – PHÓNG XẠ

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Định nghĩa

Phóng xạ là quá trình tự phân hủy tự phát của một hạt nhân không bền vững (tự nhiên hay nhân tạo).

2. Các dạng phóng xạ

- *Phóng xạ alpha (α)*

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{A-4}_{Z-2}Y$$

$$Z_Y = Z_X - 2\ ;\ A_Y = A_X - 4$$

Hạt nhân con lùi hai ô so với hạt nhân mẹ trong bảng tuần hoàn.

- *Phóng xạ β^-*

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{A}_{Z+1}Y$$

$$Z_Y = Z_X + 1\ ;\ A_Y = A_X$$

Hạt nhân con tiến một ô so với hạt nhân mẹ trong bảng tuần hoàn.

- Thực chất của sự phóng xạ β^- :

$$^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\tilde{\nu} \text{ (đối nơtrinô)}$$

- *Phóng xạ β^+*

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{0}_{+1}e + {}^{A}_{Z-1}Y$$

$$Z_Y = Z_X - 1\ ;\ A_Y = A_X$$

Hạt nhân con lùi một ô so với hạt nhân mẹ trong bảng tuần hoàn.

- Thực chất của sự phóng xạ β^+ :

$$^{1}_{1}p \rightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{1}e + {}^{0}_{0}\nu \text{ (nơtrinô)}$$

- *Phóng xạ γ*

$$^{A}_{Z}X^{*} \rightarrow {}^{0}_{0}\gamma + {}^{A}_{Z}X$$

Hạt nhân con sinh ra ở trạng thái kích thích có mức năng lượng cao E_m khi chuyển về mức năng lượng thấp hơn E_n thì phát ra năng lượng dưới dạng một phôtôn của tia γ. Vậy phóng xạ γ là phóng xạ đi kèm theo các phóng xạ α, β. Không có sự biến đổi hạt nhân trong phóng xạ γ .

Năng lượng gamma phát ra: $\varepsilon_\gamma = hf = \dfrac{hc}{\lambda} = E_m - E_n$

3. Định luật phóng xạ

$$N(t) = N_0 2^{-\frac{t}{T}} = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$m(t) = m_0 2^{-\frac{t}{T}} = m_0 e^{-\lambda t}$$

$$\Delta N(t) = N_0 - N(t)$$

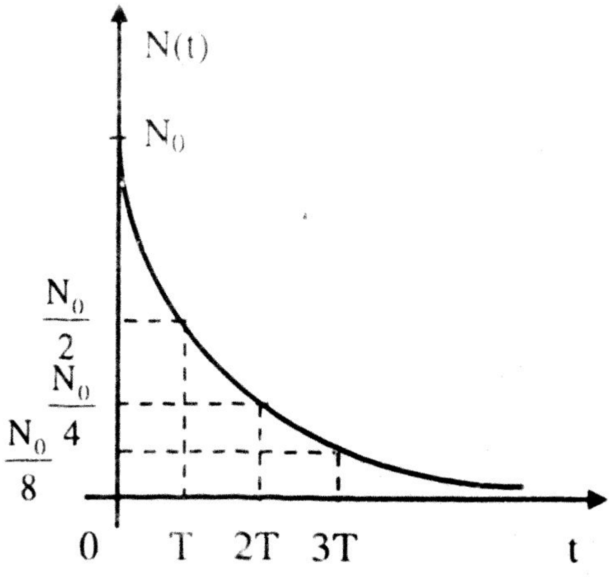
$$= N_0 (1 - 2^{-\frac{t}{T}}) = N_0 (1 - e^{-\lambda t})$$

$$\Delta m(t) = m_0 - m(t) = m_0 (1 - 2^{-\frac{t}{T}}) = m_0 (1 - e^{-\lambda t})$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,693}{T} = \text{hằng số phóng xạ}$$

T là chu kì bán rã (thời gian để ½ số hạt nhân của chất phóng xạ bị phân rã).

N_0, m_0 là số hạt nhân, khối lượng của chất phóng xạ ở thời điểm ban đầu t = 0.



N(t), m(t) là số hạt nhân, khối lượng của chất phóng xạ còn lại sau thời gian t.

ΔN(t), Δm(t) là số hạt nhân, khối lượng của chất phóng xạ bị phân rã sau thời gian t.

A (g) của một chất chứa N_A

m_0 (g) ⇒ N_0

m(t) (g) ⇒ N(t)

Δm(t) (g) ⇒ ΔN(t)

$$\Rightarrow m_0 = \frac{N_0 A}{N_A}$$

$$N(t) = \frac{m_t N_A}{A} \quad ; \ \ldots$$

4. *Độ phóng xạ H*

Là đại lượng đặc trưng cho tính phóng xạ mạnh hay yếu của chất phóng xạ được đo bằng số phân rã (hay số phóng xạ) trong 1 đơn vị thời gian = số phân rã/s.

$$H(t) = -\frac{dN(t)}{dt} = H_0\, 2^{-\frac{t}{T}} = H_0 e^{-\lambda t}$$

$$H_0 = \lambda N_0 \ ; \ H(t) = \lambda N(t)$$

Đơn vị: 1Bq = 1 phân rã/s

1Ci = $3,7.10^{10}$Bq

5. *Năng lượng phát ra trong phân rã α*

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{A-4}_{Z-2}Y$$

Giả sử hạt nhân X đứng yên. Khối lượng của hạt nhân X, Y và hạt α lần lượt là m_X, m_Y, m_α tính theo kg. Năng lượng phát ra trong phân rã α là E tính theo J:

$$E = [m_X - (m_\alpha + m_Y)]c^2$$

- ***Khi m tính theo đơn vị u ; E tính theo MeV, ta có:***

$$E = [m_X - (m_\alpha + m_Y)]931$$

- Động năng hạt α: $K_\alpha = \dfrac{E}{1 + \dfrac{m_\alpha}{m_Y}} = \dfrac{E}{1 + \dfrac{A_\alpha}{A_Y}}$
- Động năng hạt Y: $K_Y = \dfrac{E}{1 + \dfrac{m_Y}{m_\alpha}} = \dfrac{E}{1 + \dfrac{A_Y}{A_\alpha}}$

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Chứng minh rằng, sau thời gian t = xT thì số hạt nhân phóng xạ còn lại là:

$$N = \frac{N_0}{2^x}$$

Trả lời

Gọi N_0 là số hạt nhân của chất phóng xạ ở thời điểm đầu t = 0.

Sau thời gian t = T, số hạt nhân còn lại chưa bị phân rã là: $N_1 = \dfrac{N_0}{2}$

Sau thời gian t = 2T, số hạt nhân còn lại chưa bị phân rã là: $N_2 = \dfrac{N_1}{2} = \dfrac{N_0}{2^2}$

...

Sau thời gian t = xT, số hạt nhân còn lại chưa bị phân rã là:

$$N = \frac{N_0}{2^x}\ \textbf{(ĐPCM)}$$

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

37.1. Một hạt nhân ${}^A_ZX$ nếu phóng xạ α, β^-, β^+, γ, hãy hoàn chỉnh bảng sau:

Phóng xạ	**Z**		**A**	
	thay đổi	**không đổi**	**thay đổi**	**không đổi**
α				
β^-				
β^+				
γ				

Trả lời

Phóng xạ	Z		A	
	thay đổi	không đổi	thay đổi	**không đổi**
α	X		X	
β^-	X			X
β^+	X			X
γ		X		X

37.2. Hãy chọn câu đúng

Quá trình phóng xạ hạt nhân

A. thu năng lượng.

B. tỏa năng lượng.

C. không thu không tỏa.

D. Có trường hợp thu, có trường hợp tỏa năng lượng.

Hướng dẫn giải

Sự phóng xạ: $A \rightarrow B + C$

Phóng xạ là trường hợp đặc biệt của phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng. Đó là quá trình tự phát, không cần cung cấp năng lượng vẫn xảy ra.

A: hạt nhân mẹ; B: hạt nhân con và C: hạt α, β, ...

Đáp án: B

37.3. Trong số các tia α, β^-, β^+, γ, tia nào đâm xuyên mạnh nhất? Tia nào đâm xuyên yếu nhất.

Hướng dẫn giải

Trong số các tia α, β^-, β^+, γ khả năng đâm xuyên mạnh nhất là tia γ và yếu nhất là tia α.

37.4. Quá trình phóng xạ nào không có sự thay đổi cấu tạo hạt nhân:

A. Phóng xạ α.

B. Phóng xạ β^-

C. Phóng xạ β^+

D. Phóng xạ γ.

Hướng dẫn giải

Quá trình phóng xạ không có sự thay đổi cấu tạo hạt nhân là phóng xạ γ.

Đáp án: D

37.5. Chọn câu trả lời đúng

Trong quá trính phóng xạ, số lượng hạt nhân phân hủy giảm đi so với thời gian t theo qui luật:

A. $-\alpha t + \beta$

B. $\frac{1}{t}$

C. $\frac{1}{\sqrt{t}}$

D. $e^{-\alpha t}$

Trong đó: $\alpha, \beta > 0$

Hướng dẫn giải

Trong quá trính phóng xạ, số lượng hạt nhân phân hủy giảm đi so với thời gian t theo công thức: $\Delta N = N_0\left(1 - e^{-\lambda t}\right)$

=> số lượng hạt nhân phân hủy giảm đi so với thời gian t theo qui luật: $e^{-\alpha t}$

Đáp án: D

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

37.6. Chứng minh rằng $H = H_0e^{-\lambda t}$ với H_0 là độ phóng xạ tại $t = 0$.

37.7. Chọn câu trả lời đúng

Mẫu ${}^{24}_{11}Na$ sau 105 giờ độ phóng xạ của nó giảm đi 128 lần. Chu kì bán rã của chất phóng xạ ${}^{24}_{11}Na$:

A. 5 giờ B. 15 giờ C. 105 giờ D. 735 giờ

37.8. Chọn câu trả lời đúng

Cho các tia anpha, bêta và gamma qua khoảng giữa hai bản cực của một tụ điện thì

A. tia anpha bị lệch nhiều hơn cả, sau đến tia bêta và gamma.

B. tia anpha lệch về bản dương, tia gamma lệch về bản âm của tụ điện.

C. tia gamma không bị lệch.

D. tia bêta không bị lệch.

37.9. Chọn câu trả lời đúng

Thực chất của sự phóng xạ β^- là do:

A. một prôtôn biến thành một nơtrôn, một êlectrôn và một phản nơtrinô.

B. một nơtrôn biến thành một prôtôn, một êlectrôn và một phản nơtrinô.

C. một prôtôn biến thành một nơtrôn, một êlectrôn và một nơtrinô.

D. một nơtrôn biến thành một prôtôn, một êlectrôn và một nơtrinô.

37.10. Chọn câu trả lời đúng

Hạt nhân urani ${}^{238}_{92}U$ sau khi phát ra các bức xạ α và β cuối cùng cho đồng vị bền của chì ${}^{206}_{82}Pb$. Số hạt α và β phát ra là:

A. 8 hạt α và 10 hạt β^+ B. 8 hạt α và 6 hạt β^-

C. 4 hạt α và 2 hạt β^- D. 8 hạt α và 8 hạt β^-

37.11. Chọn câu trả lời đúng

Ban đầu có 256 mg ${}^{266}_{88}Ra$ có chu kì bán rã là 600 năm. Thời gian để 240 mg ${}^{266}_{88}Ra$ đã bị phân rã phóng xạ là:

A. 37,5 năm. B. 150 năm.

C. 2400 năm. D. 9600 năm.

37.12. Chọn câu trả lời đúng

Lúc đầu một nguồn phóng xạ coban (Co) có 8.10^{10} hạt nhân phân rã mỗi ngày. Tính số hạt nhân Co của nguồn đó phân rã trong ba ngày vào thời gian mười hai năm sau đó. Biết chu kì bán rã của Co là T = 4 năm.

A. 10^{10} phân rã B. 3.10^{10} phân rã

C. 6.10^{10} phân rã D. một kết quả khác.

37.13. Chất phóng xạ $^{210}_{84}Po$ phóng ra tia α và biến thành chì $^{206}_{82}Pb$. Biết chu kì bán rã của Po là 138 ngày. Ban đầu có 336 mg $^{210}_{84}Po$. Tính khối lượng chì được tạo thành sau 414 ngày.

37.14. Pôlôni $^{210}_{84}Po$ là một chất phóng xạ α có chu kỳ bán rã T =138 ngày và biến thành hạt nhân X.

a) Xác định hạt nhân X.

b) Ban đầu hạt nhân Pôlôni được xem như đứng yên. Hãy tính :

i. Năng lượng tỏa ra trong phản ứng phân rã α của hạt nhân pôlôni.

ii. Động năng của hạt α và hạt X.

Cho m(Po) = 209,9828 (u); m(X) = 205,9744 (u); m (He) = 4,0015 (u).
1u = 931,5 MeV/c^2

c) Tìm độ phóng xạ của 4 g Pôlôni tại các thời điểm $t_1 = \frac{T}{2}$ và $t_2 = 2T$.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

37.6.

Gọi H_0 là độ phóng xạ của chất phóng xạ ở thời điểm đầu t = 0.

H là độ phóng xạ của chất phóng xạ ở thời điểm t.

Theo định nghĩa, độ phóng xạ là đại lượng đặc trưng cho tính phóng xạ mạnh hay yếu của chất phóng xạ được đo bằng số phân rã (hay số phóng xạ) trong 1 đơn vị thời gian = số phân rã/s.

$$H(t) = -\frac{dN(t)}{dt}$$

Trong đó: $N(t) = N_0 2^{\frac{t}{T}} = N_0 e^{-\lambda t}$

$$\Rightarrow H(t) = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = H_0 e^{-\lambda t}$$ **(ĐPCM)**

với $H_0 = \lambda N_0$; $H(t) = \lambda N(t)$

37.7. ***B***

t = 105 giờ: $H = H_0 2^{-\frac{t}{T}} = \frac{H_0}{128} = H_0 2^{-7} \Rightarrow 2^{\frac{t}{T}} = 2^7 \Rightarrow T = \frac{t}{7} = 15$ giờ

37.8. ***C***

Cho các tia anpha, bêta và gamma qua khoảng giữa hai bản cực của một tụ điện thì tia gamma không bị lệch.

37.9. ***B***

Thực chất của sự phóng xạ β^-: là do một nơtrôn biến thành một prôtôn, một êlectrôn và một phản nơtrinô. $n \rightarrow p + e^- + \tilde{\nu}$

37.10. ***B***

$$^{238}_{92}U \rightarrow x\alpha + y\beta^- + ^{206}_{82}Pb$$

Ta có $238 = 4x + 206 \Rightarrow x = 8$

$$92 = 2x - y + 82 \Rightarrow y = 6$$

37.11. ***C***

$$\Delta m = m_0(1 - 2^{-\frac{t}{T}}) \Rightarrow 2^{-\frac{t}{T}} = 1 - \frac{\Delta m}{m_0} = 1 - \frac{15}{16} = 2^{-4}$$

$$\Rightarrow t = 4T = 2400 \text{ năm}$$

37.12. ***B***

Theo đề ta có: $H_0 = 8.10^{10}$ phân rã/ ngày; T = 4 năm

t = 12 năm: $H(t) = H_0 2^{-\frac{t}{T}} = \frac{H_0}{2^3} = 10^{10}$ phân rã/ ngày

Số hạt nhân Co của nguồn đó phân rã trong ba ngày vào thời gian mười hai năm sau đó là: $\Delta N(t) = 3.H(t) = 3.10^{10}$ phân rã

37.13. Số hạt nhân $^{210}_{84}Po$ ban đầu:

$$N_0 = \frac{m_0 N_A}{A} = \frac{336.10^{-3} x 6{,}023.10^{23}}{210} = 9{,}6368.10^{20} \text{ hạt nhân}$$

Số hạt nhân $^{210}_{84}Po$ bị phân rã sau 414 ngày là:

$$\Delta N = N_0(1 - 2^{-\frac{t}{T}}) = N_0(1 - 2^{-\frac{414}{138}}) = \frac{7N_0}{8} = 8{,}4322.10^{20} \text{ hạt nhân}$$

Số hạt nhân chì $^{206}_{82}Pb$ được tạo thành trong 414 ngày thì bằng số hạt nhân $^{210}_{84}Po$ bị phân rã trong thời gian đó:

$$N_{Pb} = \Delta N = 8{,}4322.10^{20} \text{ hạt nhân}$$

Khối lượng chì được tạo thành sau 414 ngày là:

$$M_{Pb} = \frac{N_{Pb}.A_{Pb}}{N_A} = \frac{8{,}4322.10^{20}.206}{6{,}023.10^{23}} = 0{,}2884 \text{ g} = 288{,}4 \text{ mg}$$

Đáp số: M_{Pb} = 288,4 mg

37.14.

a) Ta có: $^{210}_{84}Po \rightarrow {}^4_2He + {}^A_ZX$

$\Rightarrow A = 210 - 4 = 206$ và $Z = 84 - 2 = 82$

$$\Rightarrow {}^A_ZX = {}^{206}_{82}Pb$$

b) i. Năng lượng phản ứng là: $\Delta E = (m_{Po} - m_\alpha - m_x)c^2$

$$\Rightarrow \Delta E = (209{,}9828 - 4{,}0015 - 205{,}9744).\ 931{,}5$$

$$\Delta E = 6{,}42 \text{ (MeV)} > 0$$

Vậy năng lượng tỏa ra trong phản ứng là 6,42 (MeV)

ii. Theo định luật bảo toàn năng lượng ta có:

$$\Delta E = K_\alpha + K_X \quad (1)$$

Với K_α và K_X là động năng của hạt α và hạt X.

Theo định luật bảo toàn động lượng ta có:

$$0 = m_\alpha \vec{v}_\alpha + m_X \vec{v}_X \Rightarrow m_X \vec{v}_X = -m_\alpha \vec{v}_\alpha$$

$$\Rightarrow m_X v_X^2 = m_\alpha v_\alpha^2 \Rightarrow m_X K_X = m_\alpha K_\alpha \Rightarrow K_X = \frac{m_\alpha}{m_X} K_\alpha \qquad (2)$$

$$\Rightarrow K_\alpha = \frac{\Delta E}{1 + \frac{m_\alpha}{m_X}} = 6,30(\text{MeV})$$

$$\Rightarrow K_X = \Delta E - K_\alpha = 5,42 - 6,30 = 0,12(\text{MeV})$$

c) Số hạt nhân Po ban đầu là: $N_o = \frac{m_o}{A_{Po}}.N_A = 1.15.10^{22}$(hạt)

Tại thời điểm $t_1 = \frac{T}{2}$, ta có số hạt nhân Po còn lại là:

$$N_1 = N_o e^{-\lambda t_1} = N_o e^{-\frac{\ln 2}{T}\frac{T}{2}} = \frac{N_o}{\sqrt{2}}$$

Suy ra độ phóng xạ tại t_1 là:

$$H_1 = \lambda N_1 = \frac{\lambda.N_o}{\sqrt{2}} = \frac{\ln 2.N_o}{\sqrt{2}.T} = 4,73.10^{14}\text{ Bq}$$

Tại thời điểm $t_2 = 2T$, ta có: $N_2 = N_o e^{-\lambda t_2} = N_o e^{-\frac{\ln 2}{T}.2T} = \frac{N_o}{4}$

Suy ra độ phóng xạ tại t_2 là:

$$H_2 = \lambda N_2 = \frac{\lambda.N_o}{4} = \frac{\ln 2.N_o}{4.T} = 1.67.10^{14}\text{ Bq}$$

Đáp số: a) $^{206}_{82}Pb$ ***; b)*** $\Delta E = 6,42$ ***(MeV);*** $K_\alpha = 6,30$ ***MeV;*** $K_X = 0,12$ ***MeV***

c) $H_1 = 4,73.10^{14}$ ***Bq;*** $H_2 = 1.67.10^{14}$ ***Bq***

Bài 38 – PHẢN ỨNG PHÂN HẠCH

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Định nghĩa

Là phản ứng một hạt nhân nặng vỡ thành hai hạt nhân trung bình (kèm theo một vài nơtrôn phát ra).

Có hai loại phản ứng phân hạch:

- Phản ứng phân hạch tự phát (xác suất nhỏ).
- Phản ứng phân hạch kích thích.

2. Phản ứng phân hạch kích thích

Sự phân hạch là hiện tượng một hạt nhân (loại rất nặng, ví dụ $^{235}_{92}U$) hấp thụ một nơtrôn rồi vỡ thành hai hạt nhân trung bình. Nơtrôn chậm có động năng tương đương với động năng trung bình của chuyển động nhiệt (dưới 0,01 eV) dễ bị hấp thụ hơn nơtrôn nhanh.

Sự phân hạch thường sinh ra một số (từ 2 đến 3) nơtrôn và toả ra một năng lượng rất lớn vào khoảng 200 MeV đối với hạt nhân $^{235}_{92}U$.

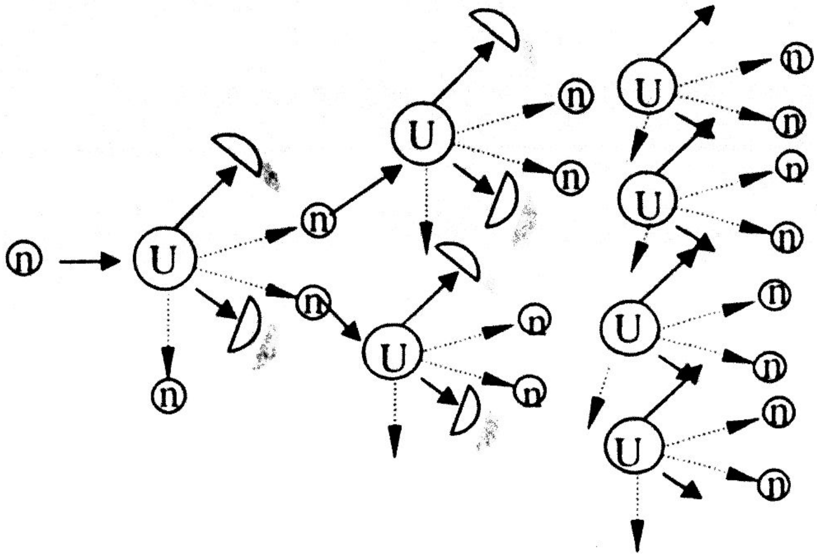
$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{236}_{92}U \rightarrow ^{A_1}_{Z_1}X + ^{A_2}_{Z_2}X + k\,^{1}_{0}n + 200MeV$$

Trong đó $Z_1 + Z_2 = 92$ và $A_1 + A_2 + k = 236$

3. Phản ứng dây chuyền

Một phần số nơtrôn sinh ra do sự phân hạch bị mất mát do nhiều nguyên nhân như thoát ra ngoài, bị hấp thụ bởi các hạt nhân loại khác, nhưng nếu sau mỗi phân hạch vẫn còn lại trung bình k nơtrôn gây được sự phân hạch mới, mà $k \geq 1$, thì k nơtrôn này đập vào hạt nhân $^{235}_{92}U$ khác, lại gây ra k phân hạch, sinh ra k^2 nơtrôn, rồi k^3, k^4 ... nơtrôn được tạo ra. Số hạt nhân bị phân hạch tăng rất nhanh trong một thời gian rất ngắn, ta có phản ứng hạt nhân dây chuyền.

- *Điều kiện của phản ứng dây chuyền:*
  - Nếu $k < 1$ thì phản ứng dây chuyền không xảy ra.
  - Với $k = 1$ thì hệ thống gọi là tới hạn: Phản ứng dây chuyền xảy ra, nhưng không tăng vọt, năng lượng tỏa ra không đổi và có thể kiểm soát được (lò phản ứng hạt nhân).
  - Với $k > 1$ thì hệ thống gọi là vượt hạn: ta không thể khống chế được phản ứng dây chuyền, năng lượng toả ra có sức tăng dữ dội (bom nguyên tử).
  - Số nơtrôn bị mất vì thoát ra ngoài (tỉ lệ với diện tích mặt ngoài khối urani), so với nơtrôn sinh ra (tỉ lệ với thể tích của khối) càng nhỏ nếu khối lượng urani càng lớn. Khối lượng này phải đạt tới một giá trị tối thiểu, gọi là *khối lượng tới hạn* m_h thì mới có $k \geq 1$.



B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Quá trình phóng xạ α có phải là phân hạch hay không?

Trả lời

Quá trình phóng xạ α không phải là phân hạch. Vì quá trình phân hạch là hai hạt nhân vỡ ra sau phản ứng phải là các hạt nhân có kích thước trung bình và tương đương nhau. Còn phóng xạ hạt α có kích thước nhỏ so với kích thước hạt nhân con.

C2. Tại sao trong quá trình phân hạch không dùng prôtôn thay cho nơtrôn?

Trả lời

Trong quá trình phân hạch không dùng prôtôn thay cho nơtrôn, vì để hạt nhân nặng dễ hấp thụ và phân hạch được thì các hạt prôtôn phải chuyển động với tốc độ chậm, tức có động năng cỡ năng lượng nhiệt (< 0,01 eV). Nhưng các prôtôn tích điện dương, khi chuyển động với tốc độ chậm như vậy tới gần hạt nhân cũng tích điện dương thì khi tiến gần tới khoảng cách rất nhỏ, chúng sẽ đẩy nhau với lực tương tác tĩnh điện rất lớn. Vì vậy, hạt nhân nặng sẽ không hấp thụ được prôtôn.

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

?

38.1. So sánh quá trình phân rã α và quá trình phân hạch.

Trả lời

+ Giống nhau: đều là phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng.

+ Khác nhau:

Phóng xạ α	*Phản ứng phân hạch*
- Là quá trình tự phát, không phụ thuộc vào các điều kiện ngoài.	- Là quá trình phụ thuộc vào các điều kiện ngoài như phải có các nơtrôn chậm.
	- Sinh ra các nơtrôn thứ cấp.
- Sinh ra các tia phóng xạ α.	- Chỉ xảy ra ở các hạt nhân nặng như Urani.
- Có thể xảy ra ở các hạt nhân nhẹ.	

38.2. Căn cứ vào độ lớn của $\frac{W_{lk}}{A}$ chứng tỏ rằng, quá trình phân hạch thường chỉ xảy ra đối với các hạt nhân có số nuclôn lớn hơn hay bằng 200.

Trả lời

Căn cứ vào độ lớn của $\frac{W_{lk}}{A}$ người ta thấy rằng, năng lượng liên kết riêng lớn nhất khi các hạt nhân có số khối A trong khoảng 50 < A < 95, tức là các hạt nhân trung bình là bền vững nhất.

Khi các hạt nhân có khối lượng rất lớn, năng lượng liên kết của chúng lại giảm, tức là chúng không bền vững. Vì vậy chúng có xu hướng vỡ ra thành các hạt nhân trung bình ⇒ quá trình phân hạch thường chỉ xảy ra đối với các hạt nhân rất nặng có số nuclôn lớn hơn hay bằng 200.

38.3. Chọn câu đúng

Phần lớn năng lượng giải phóng trong phân hạch là

A. động năng các nơtrôn phát ra.

B. động năng các mảnh.

C. năng lượng tỏa ra do phóng xạ của các mảnh.

D. năng lượng các phôtôn của tia γ.

Hướng dẫn giải

Từ bảng 51.1SGK ta thấy phần lớn năng lượng giải phóng trong phân hạch là động năng các mảnh.

Đáp án: B

38.4. Hoàn chỉnh các phản ứng:

$$ {}^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{94}_{39}Y + {}^{140}_{?}I + x\left({}^{1}_{0}n\right) $$

$$ {}^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{95}_{?}Zn + {}^{138}_{52}Te + x\left({}^{1}_{0}n\right) $$

Hướng dẫn giải

$$ {}^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{94}_{39}Y + {}^{140}_{53}I + 2\left({}^{1}_{0}n\right) $$

$$ {}^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{95}_{40}Zn + {}^{138}_{52}Te + 3\left({}^{1}_{0}n\right) $$

38.5. Xét phản ứng ứng phân hạch:

$$ {}^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{139}_{53}I + {}^{94}_{39}Y + 3\left({}^{1}_{0}n\right) + \gamma $$

Tính năng lượng tỏa ra khi phân hạch một hạt nhân ${}^{235}U$.

Cho biết ${}^{235}U = 234{,}99332u$; ${}^{139}I = 138{,}89700u$; ${}^{94}Y = 93{,}89014u$

Hướng dẫn giải

Năng lượng tỏa ra khi phân hạch một hạt nhân ${}^{235}U$ là:

$$ Q = [(m_n + m_U) - (m_I + m_Y + 3m_n)].931{,}5 $$

$$ \Rightarrow Q = [(1{,}00866 + 234{,}99332) - (138{,}89700 + 93{,}89014 + 3\,.\,1{,}00866)].\,931{,}5 $$

$$ \Rightarrow Q = 175{,}92\ MeV $$

Đáp số: $Q = 175{,}92\ MeV$

38.6. Tính năng lượng tỏa ra khi phân hạch 1 kg ${}^{235}U$. Cho biết mỗi phân hạch tỏa ra năng lượng 200 MeV.

Hướng dẫn giải

Năng lượng tỏa ra khi phân hạch 1 kg urani 235 là:

$$ W_{tỏa} = \frac{m.N_A}{A_U}Q = \frac{1.6{,}023.10^{26}}{235}.200 = 5{,}126.10^{26}\ MeV = 8{,}2.10^{13}\ J $$

Đáp số: $W_{tỏa} = 8{,}2.10^{13}\ J$

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

38.7. Chọn phương án đúng

Urani phân rã theo chuỗi phóng xạ $^{238}_{92}U \xrightarrow{\alpha} Th \xrightarrow{\beta} Pa \xrightarrow{\beta} {}^{A}_{Z}X$

Trong đó Z, A là:

A. Z = 90 ; A = 234　　B. Z = 92 ; A = 234

C. Z = 90 ; A = 236　　D. Z = 90 ; A = 238

38.8. Chọn phương án đúng

Điều kiện để có phản ứng dây chuyền là:

A. Phải làm chậm nơtrôn.

B. Hệ số nhân nơtrôn phải nhỏ hơn hoặc bằng 1.

C. Khối lượng nhiên liệu phải lớn hơn hoặc bằng khối lượng tới hạn.

D. Câu A, C đúng.

38.9. Chọn câu trả lời đúng

Sự giống nhau và khác nhau giữa phản ứng hạt nhân trong lò phản ứng của nhà máy điện nguyên tử và trong bom nguyên tử là:

A. Đều thuộc loại phản ứng dây chuyền.

B. Phản ứng hạt nhân trong nhà máy điện nguyên tử là phản ứng dây chuyền có hệ số nhân notrôn $s < 1$.

C. Phản ứng hạt nhân trong bom nguyên tử là phản ứng dây chuyền có hệ số nhân notrôn $s \geq 1$.

D. Cả A, B, C đều đúng.

38.10.. Chọn câu trả lời đúng

Trong lò phản ứng hạt nhân:

A. *Thanh nhiên liệu* : thường làm bằng hợp kim chứa urani đã làm giàu. Những thanh này đặt trong chất làm chậm.

B. *Chất làm chậm*: thường là nước nặng D_2O, hoặc than chì, beri; nơtrôn phát ra trong phân hạch là nơtrôn nhanh, chúng va chạm vào các hạt nhân của chất làm chậm, mất dần động năng và trở thành nơtrôn chậm, dễ bị urani hấp thụ.

C. *Thanh điều chỉnh:* làm bằng những chất hấp thụ nơtrôn mà không phân hạch, như bo, cadimi. Khi hạ thấp các thanh này thì hệ số nhân nơtrôn s giảm, nâng lên cao thì s tăng.

D. Cả A, B, C đều đúng.

38.11.. Một phản ứng phân hạch của urani 235 là

$$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{95}_{42}Mo + {}^{139}_{57}La + 2{}^{1}_{0}n + 7{}^{0}_{-1}e$$

Mo là kim loại molipden, La là kim loại lantan (họ đất hiếm).

a) Tính ra MeV và J năng lượng ΔE tỏa ra từ phản ứng trên. Cho biết khối lượng của các hạt nhân $m_U = 234,99$ u; $m_{Mo} = 94,88$ u; $m_{La} = 138,87$ u và $m_n = 1,01$ u. Bỏ qua khối lượng của các êlectrôn.

b) Nếu coi giá trị ΔE tính ra từ câu a) là năng lượng trung bình tỏa ra từ một phản ứng phân hạch hạt nhân urani 235, thì khi 1gam urani 235 phân hạch hoàn toàn, năng lượng tỏa ra là bao nhiêu? Cho biết số Avôgađrô $N_A = 6{,}023.10^{23}mol^{-1}$.

c) Cần phải đốt một lượng than là bao nhiêu để có năng lượng bằng năng lượng tỏa ra khi phân hạch hết 1 gam urani 235. Biết rằng năng suất tỏa nhiệt của than bằng $2{,}93.10^7 J/kg$.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

38.7. ***B***

$$^{238}_{92}U \xrightarrow{\alpha} Th \xrightarrow{\beta^-} Pa \xrightarrow{\beta^-} {}^{A}_{Z}X$$

Theo định luật bảo toàn điện tích và số khối:

$$238 - 4 = A \Rightarrow A = 234$$

$$Z = 92 - 2 + 1 + 1 = 92$$

38.8. ***D***

Điều kiện để có phản ứng dây chuyền là:

- phải làm chậm nơtrôn.
- khối lượng ^{235}U phải lớn hơn hoặc bằng khối lượng tới hạn.

38.9. ***A***

Sự giống nhau và khác nhau giữa phản ứng hạt nhân trong lò phản ứng của nhà máy điện nguyên tử và trong bom nguyên tử là đều thuộc loại phản ứng dây chuyền.

38.10. ***D***

Trong lò phản ứng hạt nhân:

- *Thanh nhiên liệu* : thường làm bằng hợp kim chứa urani đã làm giàu. Những thanh này đặt trong chất làm chậm.
- *Chất làm chậm*: thường là nước nặng D_2O, hoặc than chì, berili; nơtrôn phát ra trong phân hạch là nơtrôn nhanh, chúng va chạm vào các hạt nhân của chất làm chậm, mất dần động năng và trở thành nơtrôn chậm, dễ bị urani hấp thụ.
- *Thanh điều chỉnh:* làm bằng những chất hấp thụ nơtrôn mà không phân hạch, như bo, cadimi. Khi hạ thấp các thanh này thì hệ số nhân nơtrôn s giảm, nâng lên cao thì s tăng.

$\Rightarrow$ Cả A, B, C đều đúng.

38.11.

a) Năng lượng tỏa ra từ phản ứng là:

$$\Delta E = (m_U + m_n - m_{Mo} - m_{La} - 2m_n)c^2$$
$$= (m_U - m_{Mo} - m_{La} - m_n)c^2$$

$$= (234,99 - 94,88 - 138,87 - 1,01).\frac{931.MeV}{c^2}c^2$$

$$= 214,13MeV = 3,43.10^{-11}(J)$$

b) Số hạt nhân bị phân hạch là: $N = \frac{m}{A_U}N_A = \frac{1}{235}.6,02.10^{23}$(hạt)

Một hạt nhân U bị phân hạch tỏa năng lượng $342,6.10^{-13}$(J) năng lượng, vậy 1g U phân hạch hết sẽ toả ra một lượng năng lượng bằng:

$$E = N\Delta E = \frac{1}{235}.6,02.10^{23}.342,6.10^{-13} = 8,78.10^{10}J$$

c) Khối lượng than cần đốt bằng:

$$M = \frac{E}{q} = \frac{8,78.10^{10}}{2,93.10^{7}} = 2,997.10^{3}(kg) = 2,997(\text{tấn})$$

Đáp số: a) $\Delta E = 3,43.10^{-11}$ J; b) $E = 8,78.10^{10}$ J; c) M = 2,997 tấn

Bài 39 – PHẢN ỨNG NHIỆT HẠCH

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Định nghĩa

Là phản ứng hạt nhân trong đó hai hay nhiều hạt nhân nhẹ hợp lại thành hạt nhân nặng hơn.

2. Điều kiện thực hiện phản ứng

Điều kiện để phản ứng nhiệt hạch có thể xảy ra:

- Nhiệt độ cao khoảng từ 50 triệu độ tới 100 triệu độ.
- Hỗn hợp nhiên liệu phải "giam hãm" trong một khoảng không gian rất nhỏ.

3. Năng lượng nhiệt hạch

Năng lượng tỏa ta trong mỗi phản ứng tổng hợp hạt nhân thì không lớn, nhưng nếu so sánh trên cùng khối lượng nhiên liệu thì lớn hơn nhiều lần so với phản ứng phân hạch hay các đốt nhiên liệu khác.

4. Phản ứng nhiệt hạch trên các sao trong vũ trụ

Năng lượng nhiệt hạch là nguồn gốc năng lượng của hầu hết các vì sao.

Phản ứng nhiệt hạch trên các sao trong vũ trụ chủ yếu là quá trình tổng hợp hêli tứ hiđrô.

Các phản ứng xảy ra ở nhiệt độ rất cao khoảng 30 triệu độ.

5. *Phản ứng nhiệt hạch trên Trái Đất*

Phản ứng nhiệt hạch trên Trái Đất được ứng dụng vào các lĩnh vực:

- Chế tạo bom nhiệt hạch (phản ứng không điều khiển được).
- Phản ứng nhiệt hạch có điều khiển để tạo ra nguồn năng lượng dồi dào, sạch, không gây ô nhiễm môi trường.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý

C1. Trong phản ứng tổng hợp hạt nhân:

$$^2_1H + ^3_1H \rightarrow ^4_2He + ^1_0n$$

Hãy tìm ra kết quả năng lượng tỏa ra của phản ứng $Q_{tỏa}$ = 17,6 MeV/1 hạt nhân dựa vào các số liệu cho trong bảng ở cuối sách.

Trả lời

Năng lượng tỏa ra của phản ứng:

$$Q_{tỏa} = [(m_{^2_1H} + m_{^3_1H}) - (m_{^4_2He} + m_{^1_0n})]c^2$$

$$Q_{tỏa} = [(2{,}01400 + 3{,}01605) - (4{,}00260 + 1{,}00866)].931{,}5 \approx 17{,}6 \text{ MeV}$$

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

?

39.1. Hãy nêu lên các điều kiện để phản ứng tổng hợp hạt nhân có thể xảy ra.

Trả lời

Điều kiện để phản ứng tổng hợp hạt nhân có thể xảy ra:

- Nhiệt độ cao khoảng từ 50 triệu độ tới 100 triệu độ.
- Hỗn hợp nhiên liệu phải "giam hãm" trong một khoảng không gian rất nhỏ.

39.2. So sánh (định tính) phản ứng tổng hợp hạt nhân và phản ứng phân hạch về các đặc điểm:

a) nhiên liệu phản ứng.

b) điều kiện thực hiện.

c) năng lượng tỏa ra ứng với cùng một khối lượng nhiên liệu.

d) ô nhiễm môi trường.

Trả lời

So sánh (định tính) phản ứng tổng hợp hạt nhân và phản ứng phân hạch về các đặc điểm:

	Tổng hợp hạt nhân	**Phản ứng phân hạch**
Nhiên liệu phản ứng	các hạt nhân nhẹ	các hạt nhân rất nặng
Điều kiện thực hiện	- Nhiệt độ cao khoảng từ 50 triệu độ tới 100 triệu độ. - Hỗn hợp nhiên liệu phải	- Phải làm chậm nơrôn. - Hệ số nhân nơtrôn k ≥ 1. - Khối lượng ^{235}U phải lớn

	"giam hãm" trong một khoảng không gian rất nhỏ.	hơn hoặc bằng khối lượng tới hạn.
Năng lượng tỏa ra ứng với cùng một khối lượng nhiên liệu	lớn hơn	nhỏ hơn
Ô nhiễm môi trường	sạch hơn, có ít chất thải phóng xạ làm ô nhiễm môi trường.	bẩn hơn, có nhiều chất thải phóng xạ làm ô nhiễm môi trường.

▼

39.3. Trên một số sao người ta tìm thấy các hạt nhân cacbon có vai trò xuất phát điểm của một chuỗi các phản ứng tổng hợp (được gọi là chu trình CNO). Hãy hoàn chỉnh các phản ứng đó.

1. $^{12}_{6}C + ? \rightarrow {}^{13}_{7}N$ 2. $^{13}_{7}N \rightarrow {}^{13}_{6}C + ?$

3. $^{13}_{6}C + ? \rightarrow {}^{14}_{7}N$ 4. $^{14}_{7}N + ? \rightarrow {}^{15}_{8}O$

5. $^{15}_{8}O \rightarrow {}^{15}_{7}N + ?$ 6. $^{15}_{7}N + {}^{1}_{1}H \rightarrow {}^{12}_{6}C + ?$

Hướng dẫn giải

1. $^{12}_{6}C + {}^{1}_{1}p \rightarrow {}^{13}_{7}N$ 2. $^{13}_{7}N \rightarrow {}^{13}_{6}C + {}^{0}_{1}e$

3. $^{13}_{6}C + {}^{1}_{1}p \rightarrow {}^{14}_{7}N$ 4. $^{14}_{7}N + {}^{1}_{1}p \rightarrow {}^{15}_{8}O$

5. $^{15}_{8}O \rightarrow {}^{15}_{7}N + {}^{0}_{1}e$ 6. $^{15}_{7}N + {}^{1}_{1}H \rightarrow {}^{12}_{6}O + {}^{4}_{2}He$

39.4. Xét phản ứng hạt nhân: $^{2}_{1}H + {}^{2}_{1}H \rightarrow {}^{3}_{2}He + {}^{1}_{0}n$

a) Xác định năng lượng tỏa ra bởi phản ứng đó (tính ra MeV và ra J).

b) Tính khối lượng đơtêri cần thiết để có thể thu được năng lượng tổng hợp hạt nhân tương đương với năng lượng tỏa ra khi đốt 1 kg than.

Cho biết: $^{2}_{1}H = 2{,}0135u$; $^{3}_{2}He = 3{,}0149\ u$; $^{1}_{0}n = 1{,}0087\ u$

Năng lượng tỏa ra khi đốt 1 kg than là 30 000kJ.

Hướng dẫn giải

a) Năng lượng tỏa ra bởi phản ứng đó:

$$Q = [2m_D - (m_{He} + m_n)]c^2$$

$$\Rightarrow Q = [2.2{,}0135 - (3{,}0149 + 1{,}0087)].931{,}5 = 3{,}1671\ MeV = 5{,}07.10^{-13}\ J$$

b) Từ phương trình phản ứng, cứ hai hạt đơtêri tham gia phản ứng thì tỏa ra năng lượng là Q. Vậy số hạt nhân đơtêri tham gia phản ứng để tỏa ra năng lượng W là: $N_D = \dfrac{2W}{Q}$

Khối lượng đơtêri cần thiết để có thể thu được năng lượng tổng hợp hạt nhân tương đương với năng lượng tỏa ra khi đốt 1 kg than là:

$$M_D = \frac{N_D.A_D}{N_A} = \frac{2W_{than}.A_D}{Q.N_A} = \frac{2.30.10^6.2}{5,07.10^{-13}.6,023.10^{23}} = 3,93.10^4\ g$$

Đáp số: a) $Q = 3,1671\ MeV = 5,07.10^{-13}\ J$; b) $M_D = 3,93.10^4\ g$

D. MỘT SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

39.5. Chọn câu trả lời sai

A. Hai hạt nhân rất nhẹ như hiđrô, hêli kết hợp lại với nhau là phản ứng nhiệt hạch.

B. Phản ứng hạt nhân sinh ra các hạt có tổng khối lượng bé hơn khối lượng của các hạt ban đầu là phản ứng tỏa năng lượng.

C. Urani là nguyên tố thường được dùng trong phản ứng phân hạch.

D. Phản ứng nhiệt hạch tỏa năng lượng lớn hơn phản ứng phân hạch.

39.6. Chọn câu trả lời đúng

Trong phản ứng nhiệt hạch không có định luật bảo toàn:

A. điện tích
B. số khối
C. khối lượng
D. năng lượng toàn phần.

39.7. Chọn câu trả lời đúng

Cho phản ứng hạt nhân sau :

$${}_1^2H + {}_1^2H \rightarrow {}_2^4He + {}_0^1n + 3,25\ MeV$$

Biết độ hụt khối của ${}_1^2H$ là $\Delta m_D = 0,0024u$ và $1u = 931\ MeV/c^2$. Năng lượng liên kết của hạt nhân ${}_2^4He$ là:

A. 7,7188 MeV
B. 77,188 MeV
C. 771,88 MeV
D. 7,7188 eV

39.8. Tính năng lượng toả ra khi đốt cháy toàn bộ hạt nhân đơtơri chứa trong 1 lít nước trong lò phản ứng, biết rằng tỉ lệ nước nặng (D_2O) trong nước thường là $\frac{1}{6000}$ và hạt nhân đơtơri đốt cháy theo các kiểu phản ứng hạt nhân sau đây:

$${}_1^2D + {}_1^2D \rightarrow {}_1^3T + {}_1^1H;\quad (1) \qquad {}_1^2D + {}_1^2D \rightarrow {}_2^3He + {}_0^1n;\quad (2)$$

$${}_1^2D + {}_2^3He \rightarrow {}_2^4He + {}_1^1H;\quad (3) \qquad {}_1^2D + {}_1^3T \rightarrow {}_2^3He + {}_0^1n;\quad (4)$$

Cho biết: $m_D = 2,01410\ u$; $m_T = 3,01605u$; $m_p = 1,0076u$; $m_n = 1,0083u$; $m_{He^4} = 4,0015u$; $m_{He^3} = 3,01603u$

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

39.5. ***D***

Phản ứng nhiệt hạch tỏa năng lượng nhỏ hơn phản ứng phân hạch ⇒ câu sai D.

39.6. ***C***

Trong phản ứng nhiệt hạch không có định luật bảo toàn khối lượng.

39.7. A

Từ phương trình phản ứng ta có:

$${}^{2}_{1}H + {}^{2}_{1}H \rightarrow {}^{3}_{2}He + {}^{1}_{0}n + 3,25\ MeV$$

Năng lượng tỏa ra từ phản ứng:

$$E = (\Delta M_{He} - 2\Delta m_D)c^2 = 3,25\ MeV$$

⇒ Năng lượng liên kết của hạt nhân ${}^{3}_{2}He$ là:

$$\Delta E_{He} = \Delta M_{He}\, c^2 = E + 2\Delta m_D c^2 = 3,25 + 2.\ 0,0024\ .\ 931\ = \ 7,7188\ MeV$$

39.8. Phản ứng thứ nhất tỏa năng lượng Q_1:

$$Q_1 = \left[2m_D - (m_T + m_p)\right].931,5$$

$$= \left[2.\ 2,0141 - (3,01505 + 1,00730)\right].931,5 = 4,5MeV$$

Phản ứng thứ hai tỏa năng lượng Q_2:

$$Q_1 = \left[2.m_D - (m_{He^3} + m_n)\right].931,5$$

$$= \left[2.2.0141 - (3,01603 + 1,00860)\right].931,5 = 3,33MeV$$

Phản ứng thứ ba tỏa năng lượng Q_3:

$$Q_1 = \left[(m_D + m_{He^3}) - (m_{He^4} + m_p)\right].931,5$$

$$= \left[(2,01410 + 3,01603) - (4,0015 + 1,00730)\right].931,5 = 19,87MeV$$

Phản ứng thứ tư tỏa năng lượng Q_4:

$$Q_1 = \left[(m_D + m_T) - (m_{He^4} + m_n)\right].931,5$$

$$= \left[(2,01410 + 3,01605) - (4,0015 + 1,00860)\right].931,5 = 18,6MeV$$

Ta thấy rằng cứ 4 phản ứng xảy ra thì có 6 hạt nhân đơteri bị đốt cháy. Vậy khi đốt cháy một hạt nhân đơteri thì năng lượng tỏa ra là:

$$Q = \frac{1}{6}(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4)$$

$$Q = \frac{1}{6}(4,5 + 3,33 + 19,859 + 18,6) = 7,7MeV$$

Số phân tử nước có trong 1 lít nước (≈1kg).

$$m = 1000g \Rightarrow N = \frac{1000x6,023.10^{23}}{18} = 3,35.10^{25}\ \text{phân tử}$$

Số hạt nhân đơteri có trong 1 lít nước.

$$N_D = \frac{2.3,35.10^{25}}{6000} = 1,12.10^{22}\ \text{hạt nhân}$$

Năng lượng tỏa ra khi đốt cháy toàn bộ 1 lít nước Q_t.

$$Q_t = Q * N_D = 7,7x1,12.10^{22} = 8,6.10^{22}\ MeV$$

Đáp số: $Q_t = 8,6.10^{22}$ MeV

CHƯƠNG VIII – TỪ VI MÔ ĐẾN VĨ MÔ

Bài 40 – CÁC HẠT SƠ CẤP

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. *Định nghĩa*

Các vi hạt có kích thước cỡ kích thước hạt nhân trở xuống gọi là hạt sơ cấp.

Các hạt sơ cấp như: phôtôn (γ), êlectrôn (e^-), pôzitrôn (e^+), prôtôn (p), nơtrôn (n), nơtrinô (ν)...

2. *Tính chất*

a) Phân loại các hạt sơ cấp

Sự phân loại dựa vào độ lớn và đặc tính tương tác. Có ba loại chính:

- *Phôtôn:* khối lượng $m_0 = 0$, là lượng tử ánh sáng.
- *Leptôn:* gồm các hạt nhẹ như êlectrôn (e^-), muyôn μ^+, μ^- ....
- *Hađrôn:* gồm hai loại: mêzôn và barion
  - Mêzôn: các hạt có khối lượng trung bình trong khoảng $(200 \div 900)m_e$, gồm hai nhóm mêzôn π và mêzôn K.
  - Barion: các hạt có khối lượng bằng hoặc lớn hơn prôtôn, gồm hai nhóm nuclôn và hiperôn cùng các phản hạt của chúng.

b) Thời gian sống trung bình

Có bốn hạt bền không bị phân rã là: phôtôn, êlectrôn, prôtôn và nơtrinô. Các hạt còn lại không bền có thời gian sống khoảng 10^{-24} s đến 10^{-6}s, trừ hạt nơtrôn có thời gian sống 932 s.

c) Đối hạt (phản hạt)

Mỗi hạt sơ cấp đều có đối hạt của nó, đó là những hạt có cùng khối lượng, nhưng điện tích trái dấu và có cùng trị tuyệt đối.

d) Spin

Mỗi hạt sơ cấp khi đứng yên cũng có mômen động lượng riêng và mômen từ riêng, đặc trưng cho chuyển động nội tại và bản chất của hạt ⇒ đặc trưng bằng số lượng tử spin.

Dựa vào số spin người ta chia hạt sơ cấp thành hai loại:

- *Fecmiôn*

$$s = \frac{1}{2}; \frac{3}{2}; \frac{5}{2} \ldots$$

- *Bôzôn*

$$s = 0; 1; 2 \ldots$$

3. Tương tác của các hạt sơ cấp

Có bốn loại tương tác cơ bản:

- Tương tác điện từ.
- Tương tác mạnh.
- Tương tác yếu.
- Tương tác hấp dẫn.

B. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI GỢI Ý SGK

C1. Phân tử, nguyên tử ... có phải là hạt sơ cấp không?

Trả lời

Các vi hạt có kích thước cỡ kích thước hạt nhân, tức là khoảng 10^{-15} m trở xuống gọi là hạt sơ cấp. Phân tử, nguyên tử ... có kích thước lớn hơn hạt nhân trên 10^5 lần nên không phải là hạt sơ cấp.

C. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP SGK

?

40.1. So sánh năng lượng liên kết của êlectrôn trong nguyên tử hiđrô và năng lượng liên kết của một prôtôn trong hạt nhân ^4_2He.

Trả lời

- Năng lượng liên kết của êlectrôn trong nguyên tử hiđrô:

  Theo tiên đề Bo, năng lượng liên kết của êlectrôn trong nguyên tử hiđrô là năng lượng cần cung cấp để bứt êlectrôn từ quĩ đạo K ra khỏi nguyên tử. Do đó: $W_{klelectron} = 13,6$ eV

- Năng lượng liên kết của một prôtôn trong hạt nhân ^4_2He:

  Năng lượng liên kết của một prôtôn trong hạt nhân ^4_2He là năng lượng liên kết riêng của hạt nhân đó. Do đó:

$$\varepsilon_{He} = \frac{W_{lkHe}}{A_{He}} = \frac{(2m_p + 2m_n - m_{He}).c^2}{4} = 7,075 \text{ MeV}$$

$$\Rightarrow W_{klelectron} << \varepsilon_{He}$$

Vậy năng lượng liên kết của êlectrôn trong nguyên tử hiđrô rất nhỏ hơn năng lượng liên kết của một prôtôn trong hạt nhân ^4_2He.

40.2. Leptôn là gì? Đặc tính chung của các leptôn. Các leptôn tham gia vào các quá trình tương tác nào?

Trả lời

- Leptôn gồm các hạt nhẹ như êlectrôn (e^-), muyôn μ^+, μ^- ....
- Đặc tính chung của các leptôn: là các hạt fecmiôn.
- Các leptôn tham gia vào các quá trình tương tác yếu.

40.3. Phân loại các tương tác sau:

a) lực ma sát;
b) lực liên kết hóa học;
c) trọng lực;
d) lực Lo-ren;
e) lực hạt nhân;
f) lực liên kết trong phân rã β.

Hướng dẫn giải

Lực	Tương tác điện từ	Tương tác mạnh	Tương tác yếu	Tương tác hấp dẫn
a) Lực ma sát	X			
b) Lực liên kết hóa học	X			
c) Trọng lực				X
d) Lực Lo-ren	X			
e) Lực hạt nhân		X		
f) Lực liên kết trong phân rã β			X	

D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

40.4. So sánh cỡ kích thước các vi hạt sau:

a) hạt nhân b) phân tử c) nguyên tử
d) prôtôn e) nơtrôn

40.5. Nhắc lại định nghĩa tương tác hạt nhân.

40.6. Trong bảng sau, hạt nào là phản hạt của chính nó?

Hạt	p	n	e^-	e^+	π^+	π^0	γ
Phản hạt	$\bar{p}$	$\bar{n}$	e^+	e^-	π^-	π^0	γ

40.7. Hạt prôtôn có phân rã được không?

40.8. Các hạt nào sau đây là fecmiôn? Bôzôn?
pôzitrôn, phôtôn, nơtrôn, π^0, Ω^-, nơtrinô.

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

40.4.

Hạt nhân	Phân tử	Nguyên tử	Prôtôn	Nơtrôn
10^{-14} m	10^{-9} m	10^{-10} m	10^{-15} m	10^{-15} m

Như vậy, kích thước của các vi hạt đó theo thứ tự giảm dần:

phân tử > nguyên tử >> hạt nhân > prôtôn và nơtrôn

40.5.

Tương tác giữa các nuclôn gọi là tương tác hạt nhân. Nó là tương tác mạnh, có bản chất khác với các loại tương tác khác như tương tác tĩnh điện hay tương tác hấp dẫn ...

40.6.

Hạt π^0 và γ là phản hạt của chính nó.

40.7.

Khi ở ngoài hạt nhân nguyên tử prôtôn là hạt bền, không bị phân rã. Nhưng ở trong hạt nhân nguyên tử hạt prôtôn có thể bị phân rã để sinh ra phóng xạ β^+. Thực chất của sự phóng xạ β^+ :

$${}^1_1p \rightarrow {}^1_0n + {}^0_1e + {}^0_0\nu \text{ (nơtrinô)}$$

Như vậy hạt prôtôn đã phân rã thành các hạt nơtrôn, pôzitrôn và nơtrinô. Nguyên nhân là do trong hạt nhân tồn tại lực tương tác mạnh dẫn tới độ hụt khối hạt nhân và năng lượng liên kết. Phần năng lượng này giúp cho việc hình thành hạt nơtrôn có khối lượng nghỉ lớn hơn hạt prôtôn

40.8.

Các hạt là fecmiôn khi spin của nó là số bán nguyên và là bôzôn khi spin của nó là số nguyên:

Hạt	Fecmiôn	Bôzôn
pôzitrôn	X	
phôtôn		X
nơtrôn	X	
π^0		X
Ω^-	X	
nơtrinô	X	

Bài 41 – CẤU TẠO VŨ TRỤ

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Hệ Mặt Trời

- Hệ Mặt Trời gồm: Mặt Trời + các hành tinh và các vệ tinh.
- Lực hấp dẫn đóng vai trò quyết định sự hình thành và phát triển của hệ $\Rightarrow$ tuân theo định luật Keple.

a) Mặt Trời

- Là một ngôi sao màu vàng, có nhiệt độ bề mặt **6000 K**, nhiệt độ trong lòng lên đến hàng chục triệu độ.
- Có bán kính lớn hơn 109 lần bán kính Trái Đất và khối lượng gấp 333.10^3 lần khối lượng Trái Đất.

- Năng lượng Mặt Trời là do phản ứng tổng hợp hạt nhân hiđrô thành hạt hêli.

b) ***Các hành tinh***

Có 8 hành tinh từ trong ra ngoài: Thủy tinh, Kim tinh, Trái Đất, Hoả tinh, Mộc tinh, Thổ tinh, Thiên Vương tinh và Hải Vương tinh.

Chia làm hai nhóm:

- nhóm Trái Đất : Thủy tinh, Kim tinh, Trái Đất, Hoả tinh.
- nhóm Mộc tinh: Mộc tinh, Thổ tinh, Thiên Vương tinh và Hải Vương tinh.

Xung quanh các hành tinh có các vệ tinh.

c) ***Các hành tinh nhỏ***

Là các hành tinh chuyển động quanh Mặt Trời có bán kính quĩ đạo từ 2,2 đến 3,6 đvtv.

d) ***Sao chổi và thiên thạch***

- Sao chổi: là những khối khí đóng băng lẫn với đá, có đường kính vài kilômét chuyển động quanh Mặt Trời.
- Thiên thạch: là những tảng đá chuyển động quanh Mặt Trời.

2. ***Các sao và Thiên Hà***

a) ***Các sao***

Là các khối khí nóng sáng như Mặt Trời, có nhiệt độ trong lòng cao hàng chục triệu độ; nhiệt độ mặt ngoài cao nhất đến 50 000 K; thấp nhất 3000 K.

b) ***Tinh vân***

Là các đám bụi khổng lồ được rọi sáng bởi các ngôi sao gần đó hoặc là những đám khí bị ion hóa

c) ***Thiên hà***

Là một hệ thống sao gồm nhiều loại sao và tinh vân. Trong mỗi thiên hà có khoảng một trăm tỉ ngôi sao và tinh vân. Có sao đang ổn định, có sao mới, sao siêu mới, punxa (sao không phát sáng, chỉ phát sóng điện từ) và lỗ đen (sao không phát sáng và sóng điện từ). Nhiều thiên hà có dạng xoắn ốc phẳng.

Thiên hà của chúng ta là Ngân hà.

d) ***Vũ trụ***

Gồm các thiên hà và các đám thiên hà.

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP SGK

?

41.1. Trình bày cấu tạo của hệ Mặt Trời.

Trả lời

Hệ Mặt Trời gồm: Mặt Trời + các hành tinh và các vệ tinh.

Có 8 hành tinh từ trong ra ngoài: Thủy tinh, Kim tinh, Trái Đất, Hoả tinh, Mộc tinh, Thổ tinh, Thiên Vương tinh và Hải Vương tinh.

Chia làm hai nhóm:

- Nhóm Trái Đất : Thủy tinh, Kim tinh, Trái Đất, Hoả tinh.
- Nhóm Mộc tinh: Mộc tinh, Thổ tinh, Thiên Vương tinh và Hải Vương tinh.

41.2. Mặt Trời có vai trò gì trong hệ Mặt Trời?

Trả lời

Mặt Trời là thiên thể trung tâm của hệ Mặt trời và là thiên thể duy nhất phát sáng. Các hành tinh trong hệ Mặt Trời đều quay xung quanh nó.

41.3. Phân biệt hành tinh và vệ tinh.

Trả lời

Các hành tinh quay quanh Mặt Trời, còn các vệ tinh thì quay xung quanh các hành tinh.

41.4. Tiểu hành tinh là gì?

Trả lời

Là các hành tinh chuyển động quanh Mặt Trời có bán kính quĩ đạo từ 2,2 đến 3,6 đvtv.

41.5. Những hành tinh nào thuộc nhóm Trái Đất và những hành tinh nào thuộc nhóm Mộc tinh? Nêu những đặc điểm chung của các hành tinh trong mỗi nhóm.

Trả lời

- *Nhóm Trái Đất* : Thủy tinh, Kim tinh, Trái Đất, Hoả tinh.
- *Nhóm Mộc tinh:* Mộc tinh, Thổ tinh, Thiên Vương tinh và Hải Vương tinh.

Đặc điểm chung của mỗi nhóm:

- *Nhóm Trái Đất :* là các hành tinh nằm gần Mặt Trời, nhỏ, rắn, có khối lượng riêng lớn, có rất ít hoặc không có vệ tinh. Nhiệt độ bề mặt của chúng tương đối cao.
- *Nhóm Mộc tinh: :* là các hành tinh nằm xa Mặt Trời, lớn, có khối lượng riêng nhỏ, có rất nhiều có vệ tinh. Nhiệt độ bề mặt của chúng tương đối thấp.

41.6. Sao chổi, thiên thạch sao băng là gì? Sao băng có phải là một thành viên của hệ Mặt Trời không?

Trả lời

- Sao chổi: là những khối khí đóng băng lẫn với đá, có đường kính vài kilômét chuyển động quanh Mặt Trời.

- Thiên thạch: là những tảng đá chuyển động quanh Mặt Trời.
- Sao băng: khi thiên thạch khi bay vào bầu khí quyển của Trái đất thì bị ma sát mạnh, nóng sáng và bốc cháy để một vết sáng dài gọi là sao băng.
- Sao băng không phải là một thành viên của hệ Mặt Trời.

41.7. Thiên hà là gì? Đa số thiên hà thường có dạng cấu trúc nào? Nêu những thành viên của một thiên hà.

Trả lời

- Thiên hà: Là một hệ thống sao gồm nhiều loại sao và tinh vân.
- Đa số thiên hà thường có dạng cấu trúc xoắn ốc phẳng.
- Những thành viên của một thiên hà: Trong mỗi thiên hà có khoảng một trăm tỉ ngôi sao và tinh vân. Có sao đang ổn định, có sao mới, sao siêu mới, punxa (sao không phát sáng, chỉ phát sóng điện từ) và lỗ đen (sao không phát sáng và sóng điện từ).

41.8. Ngân Hà của chúng ta có hình dạng gì? Hệ Mặt Trời ở vị trí nào trong Ngân Hà của chúng ta?

Trả lời

- Ngân Hà của chúng ta có hình dạng đĩa, phần giữa phồng to, phần mép dẹt. Đường kính của Ngân Hà khoảng 100 000 năm ánh sáng. Bề dày của chỗ phồng to nhất khoảng 15 000 năm ánh sáng.
- Hệ Mặt Trời nằm trên mặt phẳng qua tâm và vuông góc với trục của Ngân Hà và cách tâm một khoảng cỡ $\frac{2}{3}$ bán kính của nó.

◆

41.9. Người ta dựa vào những đặc điểm nào dưới đây để phân các hành tinh trong hệ Mặt Trời thành hai nhóm:

A. Khoảng cách đến Mặt Trời.
B. Nhiệt độ bề mặt hành tinh.
C. Số vệ tinh nhiều hay ít.
D. Khối lượng.

Hướng dẫn giải

Người ta dựa vào khối lượng các hành tinh để phân các hành tinh trong hệ Mặt Trời thành hai nhóm.

Đáp án: D

41.10. Hãy chỉ ra cấu trúc không là thành viên của một thiên hà:

A. Sao siêu mới.
B. Punxa.
C. Lỗ đen.
D. Quaza.

Hướng dẫn giải

Cấu trúc không phải thành viên của một thiên hà là quaza.

Đáp án: D

41.11. Khoảng cách từ Mặt Trăng và Trái Đất đến Mặt Trời coi như bằng nhau. Khoảng cách từ Mặt Trời đến Trái Đất coi như bằng 300 lần khoảng cách từ Mặt Trăng đến Trái Đất. Khối lượng Mặt Trời coi như bằng 300 ngàn lần khối lượng Trái Đất. Xét các lực hấp dẫn mà Mặt Trời và Trái Đất tác dụng lên Mặt Trăng. Lực nào lớn hơn và lớn hơn bao nhiêu lần?

A. Hai lực bằng nhau.

B. Lực hút do Mặt Trời nhỏ hơn.

C. Lực hút do Mặt Trời bằng $\frac{3}{10}$ lực hút do Trái Đất.

D. Lực hút do Mặt Trời bằng $\frac{10}{3}$ lực hút do Trái Đất.

Hướng dẫn giải

Gọi d_{13} là khoảng cách từ Mặt Trăng đến Mặt Trời; d_{23} là khoảng cách từ Trái Đất đến Mặt Trời; d_{12} là khoảng cách từ Mặt Trăng đến Trái Đất. ta có:

$$d_{13} = d_{23} = 300d_{12}$$

Gọi M_1 là khối lượng Mặt Trăng; M_2 là khối lượng Trái Đất và M_3 là khối lượng Mặt Trời. Ta có: $M_3 = 300\,000M_2$

Theo định luật vạn vật hấp dẫn, ta có:

Lực hấp dẫn mà Mặt Trời tác dụng lên Mặt Trăng:

$$F_{31} = G\frac{M_3.M_1}{d_{13}^2}$$

Lực hấp dẫn mà Trái Đất tác dụng lên Mặt Trăng:

$$F_{21} = G\frac{M_2.M_1}{d_{12}^2}$$

Suy ra:
$$\frac{F_{31}}{F_{21}} = \frac{M_3.d_{12}^2}{M_2d_{13}^2} = 300000.\frac{1}{300^2} = \frac{10}{3}$$

Lực hấp dẫn mà Mặt Trời tác dụng lên Mặt Trăng bằng $\frac{10}{3}$ lực hấp dẫn mà Trái Đất tác dụng lên Mặt Trăng.

Đáp án: D

41.12. Nêu những sự tương tự và những sự khác biệt về cấu trúc giữa hệ Mặt Trời và nguyên tử nêon?

Hướng dẫn giải

- *Sự tương tự về cấu trúc giữa hệ Mặt trời và nguyên tử nêon:*

Hệ Mặt Trời	Nguyên tử nêon
Mặt trời ở trung tâm	Hạt nhân ở giữa
8 hành tinh lớn	8 êlectrôn ở quĩ đạo ngoài cùng

- *Sự khác biệt về cấu trúc giữa hệ Mặt trời và nguyên tử nêon:*

Hệ Mặt Trời	Nguyên tử nêon
8 hành tinh có kích thước khác nhau và chuyển động trên các quĩ đạo có	8 êlectrôn ở quĩ đạo ngoài cùng có cùng kích thước và chuyển động trên

bán kính khác nhau. Lực tương tác là lực vạn vật hấp dẫn	các quĩ đạo có bán kính giống nhau. Lực tương tác là lực Cu-lông

41.13. Có phải tất cả các sao mà ta nhìn thấy từ Trái Đất đều thuộc Ngân Hà hay không? Tại sao các sao nằm ngoài dải Ngân hà cũng thuộc Ngân Hà?

Hướng dẫn giải

- Tất cả các sao mà ta nhìn thấy từ Trái Đất đều thuộc Ngân Hà.
- Các sao nằm ngoài dải Ngân hà cũng thuộc Ngân Hà vì dải Ngân Hà chẳng qua là "hình chiếu" của Ngân Hà lên nền trời.

MỤC LỤC

CHƯƠNG I – DAO ĐỘNG CƠ

BÀI 1 – *Dao động điều hòa* 5
BÀI 2 – *Con lắc lò xo* 12
BÀI 3 – *Con lắc đơn* 20
BÀI 4 – *Dao động tắt dần – Dao động cưỡng bức* 28
BÀI 5 – *Tổng hợp hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số*
Phương pháp giản đồ Fre-nen 34

CHƯƠNG II – SÓNG CƠ VÀ SÓNG ÂM

BÀI 7 – *Sóng cơ và sự truyền sóng cơ* 42
BÀI 8 – *Sự giao thoa* 49
BÀI 9 – *Sóng dừng* 54
BÀI 10 – *Đặc trưng vật lí của âm thanh* 60
BÀI 11 – *Đặc trưng sinh lí của âm thanh* 66

CHƯƠNG III – DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

BÀI 12 – *Đại cương về dòng điện xoay chiều* 69
BÀI 13 – *Các mạch điện xoay chiều* 79
BÀI 14 – *Mạch R, L, C mắc nối tiếp* 88
BÀI 15 – *Công suất tiêu thụ trong một mạch điện xoay chiều*
Hệ số công suất 99
BÀI 16 – *Truyền tải điện năng – Máy biến áp* 106
BÀI 17 – *Máy phát điện xoay chiều* 115
BÀI 18 – *Động cơ không đồng bộ ba pha* 120

CHƯƠNG IV – DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ

BÀI 20 – *Mạch dao động* 125
BÀI 21 – *Điện từ trường* 130
BÀI 22 – *Sóng điện từ* 134
BÀI 23 – *Nguyên tắc thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến* 140

CHƯƠNG V – SÓNG ÁNH SÁNG

BÀI 24 – *Tán sắc ánh sáng* 145
BÀI 25 – *Giao thoa ánh sáng* 152
BÀI 26 – *Các loại quang phổ* 161
BÀI 27 – *Tia hồng ngoại và tia tử ngoại* 167
BÀI 28 – *Tia X* 172

CHƯƠNG VI – LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

BÀI 30 – Hiện tượng quang điện – Thuyết lượng tử ánh sáng 18
BÀI 31 – Hiện tượng quang điện trong 18
BÀI 32 – Hiện tượng quang – phát quang 19
BÀI 33 – Mẫu nguyên tử Bo 19
BÀI 34 – Sơ lược về laze 19

CHƯƠNG VII – HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ

BÀI 35 – Tính chất và cấu tạo hạt nhân 20
BÀI 36 – Năng lượng liên kết của hạt nhân – Phản ứng hạt nhân 20
BÀI 37 – Phóng xạ 21
BÀI 38 – Phản ứng phân hạch 22
BÀI 39 – Phản ứng nhiệt hạch 22

CHƯƠNG VIII – TỪ VI MÔ ĐẾN VĨ MÔ

BÀI 40 – Các hạt sơ cấp 23
BÀI 41 – Cấu tạo vũ trụ 23